This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

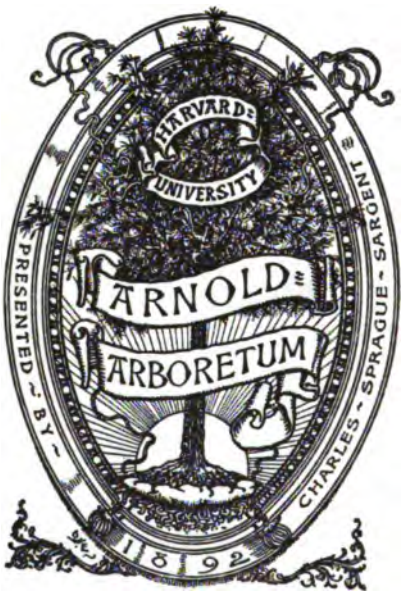
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Tm
F68

JP



DEPOSITED AT THE HARVARD FOREST
1943

RETURNED
MARCH,

Das
forſtliche Transportweſen.

Darſtellung

ſeiner

Mittel und Anſtalten mit Rückſicht auf zweckmäßige Auswahl, Einrichtung und Benützung derſelben

von

G. R. Förſter

k. k. Forſtmeiſter in Gmunden.

Wien 1885.

Verlag von Moritz Perles

I., Bauernmarkt 11.

Im Verlage von **Moritz Perles** in **Wien** sind erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

ENCYKLOPÄDIE

der

gesammten Thierheilkunde

und

Thierzucht

mit Inbegriff aller einschlägigen Disciplinen und der speciellen Etymologie.

Handwörterbuch

für praktische Thierärzte, Thierzüchter, Landwirthe und Thierbesitzer überhaupt.

Unter Mitwirkung der Herren:

Stabsveterinär ABLEITNER, München. — Prof. Dr. ANACKER, Düsseldorf. — Prof. Dr. AZARY, Budapest. — Prof. Dr BAYER, Wien. — Prof. Dr. BARANSKI, Lemberg. — Prof. BERDEZ, Bern. — J. BOHM, Lehrer a. d. Universitat Leipzig. — Prof. Dr. A. BRANDT, Charkow. — Director Dr. BRÜMMER, Kappeln. — Prof. Ch. CHAMBERLAND, Paris. — Prof. Dr COBBOLD, F. R. S., London — Dr. HUGO GRAMPE, Proskau. — Veterinärarzt EGGELING, Berlin. — Prof. Dr. F. EICHBAUM, Giessen. — Prof. Dr. ELLENBERGER, Dresden. — Dr. EVERSBUSCH, München. — Prof FESER, München. — Dr. L. FITZINGER (weil.), Wien. — Regierungsrath Prof. Dr. L. FORSTER, Wien. — Prof. Dr. FRANK (weil.), München. — Prof. Dr. FREYTAG, Halle. — Prof. Dr LEONCIO F. GALLEGO, Madrid. — Prof. Dr. O. HARZ, Munchen. — Prof. Dr. JOHNE, Dresden. — Prof TH. KITT, Munchen. — Veterinärarzt A. KOCH, Wien. — Staatsrath Prof. LANGE, Kasan. — Prof. Dr LECHNER, Wien. — Geheimrath Prof. Dr. LEISERING, Dresden. — Geheimrath Dr. Prof. LEUCKART, Leipzig. — Prof. Dr. LIAUTARD, New-York — Prof. Dr von LIEBENBERG, Wien. — Prof LINDQUIST, Stockholm. — Prof A. J. LOCUSTEANO, Bukarest. — Prof. Dr. LOEBISCH, Innsbruck. — Veterinärarzt LUNGWITZ, Dresden. — Chef-Veterinär P. MEGNIN, Paris — Prof. KARL MÜLLER, Berlin. — Prof. Dr. NEUMANN, Toulouse. — Prof. L. PASTEUR, Paris. — Prof. Dr. E. PERRONCITO, Turin. — Prof. Dr. PFLUG, Giessen. — Dr. EMIL POTT, Munchen. — Prof. Dr. PROSCH, Kopenhagen. — Prof. Dr. H. PÜTZ, Halle. — Prof. Dr. RABE, Hannover. — Prof. Dr. A. von RUEFF, Stuttgart. — Prof RÜTIMEYER, Basel — Prof. Dr S. SCHENK, Wien. — Veterinararzt W. SCHLAMPP, München — Gestuts-Director G. SCHWARZNECKER, Marienwerder. — Prof. Dr. SEIFMANN, Lemberg. — Staatsrath Prof. E. SEMMER, Dorpat. — Prof. Dr O. SIEDAMGROTZKY, Dresden. — Veterinärarzt F. SMITH, Bangalore (Indien). — Veterinärarzt M. STREBEL, Freiburg (Schweiz). — Prof. Dr. STUDER, Bern. — Prof. Dr. SUSSDORF, Stuttgart. — Prof. Dr. LUD. v. THANHOFFER, Budapest. — Prof. TEREG, Hannover. — Königl. Ministerial-Rath Prof. A. TORMAY, Budapest. — Chef-Veterinär Dr. E. VILLORESI, Cairo. — Prof. VOGEL, Stuttgart. — Prof. Dr. WEHENKEL, Brüssel. — Prof. Dr. M. WILCKENS, Wien — Prof. Dr WOLPERT, Kaiserslautern. — Prof. E. ZSCHOKKE, Zürich. — Landes-Thierarzt ZÜNDEL, Strassburg, u. A.

herausgegeben von

Alois Koch,

Veterinärarzt und Redacteur der „Oesterr. Monatsschrift für Thierheilkunde" etc. in Wien.

Mit zahlreichen Illustrationen.

Erscheint in Heften à 1 fl. = 1 M. 80 Pf. und in Bänden broch. à 10 fl. = 18 M. eleg. in Halbfranz geb. 11 fl. 25 kr. = 20 M

Heiteres aus der Landwirthschaft.

Gesammelt und herausgegeben von **Agronomicus.**

Mit vielen Original-Illustrationen.

Preis 1 fl. 20 kr.

Das Sutterlaub,

seine Zucht und Verwendung. 1877.

Auf Grund ausgedehnter Reisestudien und unter Benützung der bezüglichen Literat zum dritten Male besprochen

von

Josef Wessely,

General-Domänen-Inspector und Forstakademie-Director a. D.,

Ritter des k. k. österr. eisernen Kronen- wie des Franz Josefs-Ordens, Besitzer der k. k. österr. gr... Medaille für Wissenschaft und Kunst und der goldenen Medaille der Pariser Weltausstellung von 1867, zw... Präsident des österreichischen Reichsforstvereines ꝛc.

Preis 1 fl. 20 kr. = 2 M. 40 Pf.

...ER & SOHN
...lung

Das

forſtliche Transportweſen.

—**—

Darſtellung

ſeiner

Mittel und Anſtalten mit Rückſicht auf zweckmäßige Auswahl, Einrichtung und Benützung derſelben

von

G. R. Förſter

k. k. Forſtmeiſter in Gmunden.

Wien 1885.

Verlag von Moritz Perles

I., Bauernmarkt 11.

June 1911
24473

Druck von Johann N. Vernay in Wien.

Vorwort.

Wenn das Hauptproduct des Waldes an jäh abfallenden Bergseiten über schwindelnde Höhen und wilde Gräben zu Thal gelangen muß, um dort auf trockenen, dem Hange mühsam abgerungenen Bahnen oder auf den schäumenden Fluten gar schwer zu bezähmender Gebirgswässer dem fernen Absatzorte zugebracht zu werden, so erscheint es auch dem Mindererfahrenen sofort begreiflich, daß jener Theil der Werbungskosten, welchen die Förderung des eingeschlagenen Holzes von der Aufbereitungsstelle zum Stapelplatze in Anspruch nimmt, den aus der Mitbewerbung anderer Materialverkäufer hervorgehenden Marktpreis stark zu belasten oder aufzuzehren vermag.

Aber auch dort, wo der Holzbestand sanfter geneigte Lehnen unter seinem schirmenden Dache birgt, liebliche Thäler und flaches Gelände umsäumt, gibt es der Hindernisse genug, welche beseitigt, mancherlei Anforderungen, die befriedigt werden müssen, um das Ergebniß der Schläge dem Käufer mit dem geringsten Aufwande an Zeit, Kraft und Kosten entgegen zu bringen oder demselben die Fortschaffung der im Walde übernommenen Rohstoffe zu erleichtern und möglich billig zu machen.

Das in heutiger Zeit wegen steigender Lohntheuerung, wegen höherer Cultur- und Verwaltungskosten und Steuern immer mehr vorwiegende Gebot, den Forstrohertrag in vollkommenster Weise und bis zum entlegensten Waldorte hin auszunützen, dabei aber das erreichbar geringste Maß von Werbungs-, zumal von Transportauslagen zu beanspruchen, legt dem Forstwirthe in verstärktem Grade die Pflicht auf, alle Mittel und Anstalten zum Zwecke der Productenfortschaffung gründlich zu studiren und mit ihrer vortheilhaftesten Beschaffung und Errichtung ebenso, wie mit der sachgemäßen Benützung vertraut zu werden, um in jeder gegebenen Oertlichkeit nach sorgfältiger Prüfung und Vergleichung der in Frage kommenden Transportbehelfe hinsichtlich ihrer Anlage- und Betriebskosten nicht minder, als in Absicht auf die erzielbaren Erfolge eine vollkommen gerechtfertigte Wahl des zweckdienlichsten Mittels zu treffen.

Obgleich die forstliche Literatur, betreffend die Benützung der Forsterzeugnisse und den Verkehr mit dem Hauptproducte, vortreffliche Anleitungen

zum Holztransporte bietet, so schien es uns gleichwohl, daß nicht alle Hilfsmittel unserer Zeit durchwegs in jener Weise, namentlich nicht so ausreichend von Erfahrungssätzen begleitet dargestellt sind, daß eine vergleichende Prüfung des Vorhandenen und zu Wählenden, zumal dem noch minder geübten Fachmanne unschwer möglich wird. Es treten ja in solchem Falle hunderte von Gesichtspunkten hervor, welche in das Auge zu fassen sind, zumal dann, wenn es sich um die zweckentsprechendste örtliche Anpassung, Anordnung und Verbindung mehrererlei Transportmittel und ihr nutzbringendes Zusammengreifen handelt.

Wir glauben daher, es sei zeitgemäß, eine Anleitung zur Begründung und Benützung solcher Lieferungsmethoden und Transportmittel zu verfassen, welche je nach den gegebenen Ortsverhältnissen als einfach, billig, dauerhaft und zweckmäßig sich darstellen.

Groß und schwierig erscheint die Aufgabe, die bei den eben ausgesprochenen Anforderungen zu lösen ist, und es mag als ein Wagniß gelten, wenn ein bislang nur durch einzelne Abhandlungen in forstlichen Zeitschriften den hochgeehrten Fachgenossen und Fachfreunden bekannt gewordener Forstwirth an die Bearbeitung eines Buches ging, welches dem Transportwesen unter Festhaltung der bezeichneten Richtpunkte gewidmet ist.

Ob er das angestrebte Ziel schon in dem vorliegenden mit aufrichtiger Neigung zum Gegenstande, mit großen Mühen und Opfern verfaßten Werke im Wesentlichen zu erreichen vermochte — das muß dem Ermessen und Urtheile einer sach- und fachkundigen Kritik anheimgestellt werden.

Indeß möge es uns gestattet sein, das Buch dem Wohlwollen aller hochverehrten Fachgenossen zu empfehlen. Wir erfüllen zugleich eine tiefempfundene Pflicht, indem wir jenen lieben Herren und Collegen, die unsere Arbeit unterstützten und förderten, den verbindlichsten Dank aussprechen.

Gmunden, im Juli 1884.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniß.

Einleitung.

Seite

§. 1. Das Rohwaarengewerbe im Allgemeinen 1
§. 2. Begriff und Eintheilung der Holzabbringung oder Holzlieferung im Allgemeinen 2

Erster Theil.

Das Abrücken oder die Abbringung der Hölzer vom Fällungsorte zur Abgabsstätte oder zu den Stapelplätzen der Weiterlieferung.

§. 3. Das Abrücken im Allgemeinen 5
§. 4. Die Abbringung durch das Austragen der Hölzer 5
§. 5. Das Abbringen mittelst der Sapine oder des Griesbeiles, das sogenannte Holzfällern oder Wälgen 6
§. 6. Das Abbringen der Hölzer mittelst Holzschlitten — das „Holzschlitteln" — oder mittelst ein- oder zweiräderiger Karren und Menschenkraft 6
§. 7. Das Abbringen der Hölzer durch Streifen, Starzen, Mähnen mit Anwendung von Zugthieren und unterschiedlichen Fahrzeugen 7
§. 8. Einflußnahme auf den Erfolg des Abrückens 8
§. 9. Aufwand bei den bezeichneten Abbringungsmethoden. 10

Zweiter Theil.

Die weitere Abbringung des Holzes zu Land.

I. Capitel: Die Erdgefährte.

§. 10. Das Wesen der Erdgefährte im Allgemeinen 11
§. 11. Die Nachtheile der Holzabbringung in Erdgefährten 14
§. 12. Die Vortheile der Holzlieferung in Erdgefährten 16
§. 13. Darstellung jener Momente, welche die Holzlieferung in Erdgefährten beeinflussen können . . 16
§. 14. Berechnung des Arbeitserfordernisses bei der Ablieferung der Hölzer in Erdgefährten durch selbstthätiges Gleiten 22
§. 15. Das Seilen der Hölzer 22
§. 16. Das Holzstürzen 23

II. Capitel: Die Wegriesen.

§. 17. Das Wesen der Wegriesen im Allgemeinen 24
§. 18. Tracirung und Anlage der Rieswege 24
§. 19. Instandsetzung für den Betrieb 29
§. 20. Der Betrieb auf Rieswegen. 31

Seite

§. 21. Die Erhaltung der Rieswege 32
§. 22. Die Vorzüge der Rieswege 32
§. 23. Nachtheile der Rieswege 39
§. 24. Der Betrieb auf Wegrieſen 40
§. 25. Arbeitsaufwand beim Baue der Rieswege und bei der Holzausbringung auf letzteren 44

III. Capitel: Die Rieſen aus Holz.

§. 26. Die Holzrieſen im Allgemeinen 45
§. 27. Die Beſtandtheile der Rieſen 47
§. 28. Allgemeine Regeln bei dem Baue der Holzrieſen 51
§. 29. Der Bau der Stangenrieſen 55
§. 30. Die Holzrutſchen 56
§. 31. Die Waſſerrieſen 57
§. 32. Die Vortheile der hölzernen Rieſen 59
§. 33. Nachtheile der hölzernen Rieſen 61
§. 34. Der Betrieb auf trockenen, angenäßten oder beeisten Rieſen 64
§. 35. Der Betrieb auf Rieſen als Waſſergerinne 69
§. 36. Der Bau-, Erhaltungs- und Betriebsaufwand bei den trockenen, angenäßten oder beeisten Rieſen 70
§. 37. Der Bau-, Erhaltungs- und Betriebsaufwand bei Rieſen als Waſſergerinne 73

IV. Capitel: Die Drahtrieſen.

§. 38. Das Weſen der Drahtrieſen im Allgemeinen 77
§. 39. Die Herſtellung der Drahtrieſen 78
§. 40. Der Betrieb auf Drahtrieſen 81
§. 41. Die Vor- und Nachtheile der Drahtrieſen 81
§. 42. Das Weſen und die Anlage von Drahtſeilrieſen 82
§. 43. Der Betrieb auf den Drahtſeilrieſen 89
§. 44. Die Vor- und Nachtheile der Drahtſeilrieſen 90
§. 45. Darſtellung jener Momente, welche den Betrieb auf Drahtſeilrieſen beeinfluſſen 92
§. 46. Die Drahtſeilrieſe Syſtem Panz 95
§. 47. Betrieb der Panz'ſchen Drahtſeilrieſe 97
§. 48. Die Vorzüge der Panz'ſchen Drahtſeilrieſe 98
§. 49. Die Drahtſeilrieſe in Bauwald bei Iſeltwald am Brienzer See in der Schweiz 99

V. Capitel: Die Waldwege.

§. 50. Begriff und Untertheilung der Wege 100

A. Waldwege einfachſter Anlage (III. Ordnung).

§. 51. Das Weſen der Schlagwege im Allgemeinen. Berückſichtigung der verfügbaren Zugkräfte, ſowie der ortsüblichen Verwendung dieſer im Hinblick auf den Anlageplan 102
§. 52. Die Tracirung der Schlagwege 105
§. 53. Das Aufſuchen und Feſtlegen der Weglinie 107
§. 54. Der Bau der Schlagwege 109
§. 55. Wegobjecte 113
§. 56. Die Erhaltung der Schlagwege 114
§. 57. Die Vor- und Nachtheile der Schlagwege für Menſchen- und Zugkraft 115
§. 58. Darſtellung jener Momente, welche den Betrieb auf Schlagwegen beeinfluſſen 117
§. 59. Arbeitsaufwand bei dem Baue und der Erhaltung der Schlagwege (Wege III. Ordnung) . . 129
§. 60. Arbeitserforderniß beim Abbringen der Hölzer auf Schlagwegen im Winter mittelſt Menſchenkräfte 130

Seite

B. Waldwege mit den nöthigsten Schutz- und Sicherungsanlagen (Wege II. Ordnung oder Halbstraßen), ferner Waldwege, zugleich Kunststraßen (Wege I. Ordnung).

§. 61. Die Waldwege oder Waldstraßen I. und II. Ordnung im Allgemeinen 131
§. 62. Von den allgemeinen Verhältnissen, welche den Waldwegbau dieser Art beeinflussen 132

I. Die Tracirung.

§. 63. Allgemeine Tracirungsregeln 136
§. 64. Die Gefällsverhältnisse 138
§. 65. Nivellirinstrumente 142
§. 66. Allgemeine Vorschriften für das Nivelliren 142
§. 67. Von den Nivellirmethoden 144
§. 68. Das Aufsuchen der Weglinie nach dem Gefälle 145
§. 69. Das Auftragen der Situation und die Abrundung der Winkelzüge in der horizontalen Ebene 146
§. 70. Das Auftragen des Längenprofiles und die Abrundung der Winkelzüge in der verticalen Ebene 147
§. 71. Das Ausstecken des Längenprofiles 148
§. 72. Das Abstecken der Curven, Kehren und Wendeplätze 149
§. 73. Die Aufnahme der Querprofile 152
§. 74. Die Wegbreite 152
§. 75. Die Böschungen 154
§. 76. Die Weg- und Abzugsgräben 155
§. 77. Die graphische Darstellung oder das Auftragen der Querprofile 156
§. 78. Berechnung und Ausgleichung der zu bewegenden Massen 157
§. 79. Die Verfassung des Bauprojectes 159

II. Die Bauausführung.

§. 80. Allgemeines über die Bauausführung 160
§. 81. Die Herstellung des Unterbaues 161
§. 82. Die Herstellung des Oberbaues 166
§. 83. Sicherungsbauten zur Festigung der Böschungen 168
§. 84. Allgemeine Bauregeln für die Herstellung der Stützmauern 169
§. 85. Bauten für die Wasserableitung 171
§. 86. Ueberbrückungen 173
§. 87. Brücken aus Holz mit hölzernem oder steinernem Unterbau 174
§. 88. Der Brückenunterbau 175
§. 89. Der Brückenoberbau 177
§. 90. Brücken aus Stein 179
§. 91. Arbeitsaufwand bei dem Baue und der Erhaltung der Waldwege I. und II. Ordnung . . . 180
§. 92. Allgemeine Grundgesetze für die Wegerhaltung 190
§. 93. Erhaltungsaufwand 191
§. 94. Die Vortheile der Waldwege I. und II. Ordnung 192
§. 95. Die Nachtheile der Waldwege 194
§. 96. Der Betrieb der Holzlieferung auf Waldwegen mittelst Anwendung von Zugthieren 195
§. 97. Arbeitserforderniß bei dem Holztransporte mittelst Zugthiere 203

VI. Capitel: Die Waldbahnen.

§. 98. Die Waldbahnen im Allgemeinen 204
§. 99. Die Tracenausmittelung 204
§. 100. Der Unterbau 209
§. 101. Der Oberbau 210
§. 102. Das rollende Material 214

Seite
§. 103. Bahnerhaltung . . . 215
§. 104. Der Bahnbetrieb . . . 216
§. 105. Die Vorzüge und Nachtheile der Waldbahnen . . . 222
§. 106. Anlageaufwand bei Waldbahnen . . . 223
§. 107. Rollbahn System Stepischnigg . . . 225
§. 108. Die Waldbahn im Schlierenthal . . . 227
§. 109. Die Idrianer Rollbahn . . . 228
§. 110. Rollbahn auf der Löwenfeld'schen Herrschaft Rathschach in Krain . . . 230
§. 111. Rollbahn System Lo-Presti . . . 232
§. 112. Schlußfolgerung zur Lo-Presti-Bahn . . . 233
§. 113. Die hydraulische Eisenbahn System Adamovits . . . 233
§. 114. Waldbahn System Obersteiner und System Spalding . . . 236
§. 115. Die einspurige Rollbahn System Lippert . . . 240

VII. Capitel: Die Drahtseilbahnen.

§. 116. Das Wesen und die Verschiedenheit der Drahtseilbahnen . . . 242
§. 117. Die Drahtseilbahn an der Aurach im oberösterreichischen Salzkammergute . . . 243
§. 118. Drahtseilbahn System Hodgson . . . 246
§. 119. Anwendung und Betriebsergebnisse der Drahtseilbahn System Hodgson . . . 247
§. 120. Die Vortheile und Nachtheile der Seilbahnen nach dem System Hodgson . . . 247
§. 121. Drahtseilbahn System Müller . . . 248
§. 122. Seilbahn System Sigl . . . 249

Dritter Theil.

Die Holzlieferung zu Wasser.

I. Abschnitt: Die Trift. (Das Schwemmen ungebundener Hölzer.)

I. Capitel: Die Triftanstalten, deren Aufgaben und Leistungen.

§. 123. Die verschiedenen Arten des Holztransportes zu Wasser . . . 251
§. 124. Die Vortheile der Trift . . . 252
§. 125. Die Nachtheile der Trift . . . 253
§. 126. Die natürlichen Eigenschaften einer Triftstraße . . . 259

II. Capitel: Die Schwellwerke.

§. 127. Wesen und Eintheilung der Schwellwerke . . . 260
§. 128. Das temporäre Wehr . . . 261
§. 129. Das stabile Wehr . . . 261
§. 130. Die Seeklausen . . . 265
§. 131. Die Wasserfänge . . . 267
§. 132. Die Klausen oder Schwallungen im Allgemeinen . . . 267
§. 133. Die allgemeinen Vorbedingungen für die Nothwendigkeit eines Klausbaues . . . 268
§. 134. Bedingungen für die Wahl der Baustelle . . . 269
§. 135. Die technischen Vorarbeiten . . . 270
§. 136. Die Berechnung des Fassungsraumes einer Klause . . . 271
§. 137. Berechnung des Zeiterfordernisses für das Füllen einer Klause . . . 271
§. 138. Der Klaushof . . . 272
§. 139. Der Klauskörper . . . 273

Seite
§. 140. Die Berechnung der erforderlichen Breite des Klauskörpers 274
§. 141. Die Berechnung des Verhältnisses zwischen Höhe und Breite eines Klauskörpers mit Rücksicht auf die Profilbeschaffenheit 280
§. 142. Vergleichende Berechnungen über das Materialerforderniß bei einem Klauskörper mit Rücksicht auf die verschiedenen Profilformen 282
§. 143. Vergleichende Berechnungen über das Materialerforderniß eines Klauskörpers auf Grund des im §. 141 ermittelten Höhen- und Stärkeverhältnisses 284
§. 144. Die Größe der Sicherheits- oder Stabilitätscoefficienten 285
§. 145. Die Bestandtheile des Klauskörpers 286
§. 146. Die Erdklausen 286
§. 147. Holzklausen mit Steinfüllung 287
§. 148. Die Holzklausen 290
§. 149. Steinklausen. Fundirung des Klauskörpers 292
§. 150. Der Oberbau oder die Ausführung des Klauskörpers 292
§. 151. Gemauerte Klausen mit Stein- und Erdfüllung 295
§. 152. Pfeilerklausen 296
§. 153. Canäle zum Ablassen der Seich- oder Sickerwässer 298
§. 154. Der Grund- oder Kothablaß 298
§. 155. Die Vorkehrungen für den Abfluß des Ueberfallwassers 298
§. 156. Die Vorrichtungen zum Ablassen des Schwellwassers 299
§. 157. Der Zapfenverschluß 300
§. 158. Der stehende und liegende Versatz 301
§. 159. Die Zug- und Hebethore oder Schützen 302
§. 160. Das Schlagthor 304
§. 161. Die Herstellung der Abflußcanäle für das Schwellwasser 306
§. 162. Vorkehrungen zum Schutze des Klauskörpers und zur Erhaltung des Klaushofes 307
§. 163. Sicherungsanlagen zum Schutze des Fußes eines Schwellwerkes 307
§. 164. Der Effect einer Klause 311
§. 165. Arbeitsaufwand bei dem Baue von Klausen und bei Herstellung einzelner Bestandtheile . . 312

III. Capitel: Triftbachbauten.

§. 166. Zweck, Wesen und Eintheilung der Triftbachbauten 315

A. Uferschutzbauten.

§. 167. Die Parallelwerke 317
§. 168. Querbauten 317
§. 169. Folgen abnormer Flußbreiten und Flußtiefen 318
§. 170. Zweck und Nothwendigkeit eines Correctionsplanes 319
§. 171. Messung der abfließenden Wassermenge in einem Triftbache 320
§. 172. Berechnung der mittleren Abflußgeschwindigkeit mit Hilfe des Wasserquerschnittes und des Gefälles 321
§. 173. Die Formel von Eytelwein 322
§. 174. Die Formel von de Prony 322
§. 175. Die Formel von Weißbach und Hagen 322
§. 176. Die Formel nach Ganckler und Bornemann 323
§. 177. Die Formel von Humphreys und Abbot 324
§. 178. Die Formeln von Darcy und Bazin 324
§. 179. Berechnung der mittleren Geschwindigkeit aus der Oberflächengeschwindigkeit 327
§. 180. Berechnung der Abflußmassen aus den gemessenen Niederschlagsmengen 328
§. 181. Allgemeines über Abflußmengen und Geschwindigkeitsverhältnisse in geschiebeführenden Triftbächen 329
§. 182. Ermittlung des Durchflußprofils und der Bachbettbreite 330

Seite
§. 183. Einfluß auf den Arbeitsaufwand bei Ausführung von Uferschutzbauten 331
§. 184. Parallelwerke als Uferschutzbauten an Triftbächen 333
§. 185. Schutzbauten aus Faschinenmaterial 334
§. 186. Flechtzäune als Uferschutz 334
§. 187. Uferschutzbauten aus Packwerk, d. h. Stauden- und Faschinendämme 335
§. 188. Uferschutzbauten aus Sinkwalzen und Senkfaschinen 336
§. 189. Uferschutzbauten aus Holz 337
§. 190. Rauhbäume als Uferschutz 338
§. 191. Das Bürstenwehr 339
§. 192. Das Planken- und Halbbaumwehr 340
§. 193. Das Bock- oder Schragenwehr 340
§. 194. Das einfache Holzwehr (Krainerwerk, Bergwehr) 341
§. 195. Das Doppel- oder Kastenwehr 342
§. 196. Uferschutzbauten aus Stein 343
§. 197. Der liegende Rost 343
§. 198. Der stehende Rost mit einem Grund- oder Kappbaum und Faschinenbettung 344
§. 199. Der stehende Rost aus einem pilotirten Grundbaum ohne Faschinenunterbettung 345
§. 200. Der stehende Rost mit zwei Grundbäumen 346
§. 201. Der Steinwurf 347
§. 202. Steindämme mit Faschineneinbettungen 348
§. 203. Steindämme mit Holzeinbauten 349
§. 204. Kies- oder Steindämme mit Faschineneinlagen auf einem pilotirten Grundbaum und einfacher Bretterverschalung 350
§. 205. Kies- oder Erddämme mit Bruchsteinpflaster 350
§. 206. Steindämme aus behauenen Steinen (Quaderwerke) 351
§. 207. Die Buhnen- oder Spornbauten 352
§. 208. Der Bau von Buhnen 353
§. 209. Durchstiche, Zu- und Abschlußbauten und Correctionen der Triftbacheinmündungen in größere Wasserläufe oder Seen 354

B. Die Verbauung der Wildbäche.

§. 210. Ursachen und Entstehung der Wildbäche 355
§. 211. Vorbeugungsmittel gegen die Verheerungen der Wildbäche 359
§. 212. Abwehrende Mittel gegen die Verheerungen der Wildbäche in Form von Verbauungen derselben 363
§. 213. Grundschwellen 364
§. 214. Schalenbauten im Allgemeinen 364
§. 215. Ausschalungen mit Faschinenmaterial 365
§. 216. Schalungen mit Holz 366
§. 217. Schalen aus Stein 367
§. 218. Thalsperren im Allgemeinen 368
§. 219. Thalsperren aus Faschinenmaterial 369
§. 220. Thalsperren von Holz 372
§. 221. Das Sturzbett und die Widerlager 374
§. 222. Thalsperren aus Stein 376
§. 223. Fundirung der Thalsperren aus Stein 378
§. 224. Ausführung des Steinkörpers einer Thalsperre 379
§. 225. Thalsperren aus Trockenmauerung 379
§. 226. Die Widerlager und das Fallbett einer Steinsperre 381
§. 227. Wildbachverbauungen nach Jenny 382
§. 228. Sohlenversicherungen durch Bachableitung und Anlage von Ablagerungsplätzen 383
§. 229. Allgemeine Regeln bei der Verbauung von Wildbächen 384
§. 230. Ueber den Arbeitsaufwand bei Thalsperren 389

C. Die Verbauung der Lawinen.

Seite

§. 231. Entstehung und Wesen der Lawinen im Allgemeinen 391
§. 232. Zweck und Wesen der Verbauungen von Lawinenzügen im Allgemeinen 395
§. 233. Lawinenverbauungen mit ausschließlicher Verwendung von Holz 396
§. 234. Lawinenverbauungen aus Holz und Eisen 398
§. 235. Lawinenverbauungen aus Stein 399
§. 236. Zweck und Anlage der Leitwerke 400
§. 237. Allgemeine Bauregeln und vorbeugende Maßnahmen gegen die Bildung von Lawinenzügen 400

D. Bauten zur Festigung von Terrainbrüchen.

§. 238. Die Entstehung der Terrainbrüche, deren nachtheiliger Einfluß, der Zweck und die verschiedenen Methoden der Verbauung wunder Flächen 402
§. 239. Arbeitsaufwand bei der Verbauung von Terrainbrüchen 404

E. Arbeiten zur allgemeinen Verbesserung der Triftbäche.

§. 240. Die Vortheile einer Triftbachräumung und die Art ihrer Durchführung 405

IV. Capitel: Die Fanggebäude.

§. 241. Zweck, Wesen und Eintheilung der Fanggebäude 407
§. 242. Wahl des Platzes für die Anlage eines Fanggebäudes und maßgebende Gesichtspunkte dabei 409
§. 243. Von der Standfestigkeit eines Fanggebäudes im Allgemeinen 415
§. 244. Von den Bestandtheilen eines Rechens 432
§. 245. Die Korbrechen, deren Bestandtheile und die Art ihrer Herstellung 434
§. 246. Die Vor- und Nachtheile der Korbrechen und die Angabe der Verhältnisse, unter denen sich deren Anlage empfiehlt 436
§. 247. Der Aufwand für die Herstellung, die Erhaltung und Abrüstung der Korbrechen 437
§. 248. Der Bockrechen mit Holz als Beschwerungsmittel, dessen Bau und Betrieb 438
§. 249. Der Aufwand für die Herstellung und Erhaltung, dann Abrüstung der Bockrechen mit Holzbeschwerung 441
§. 250. Bockrechen mit Stein als Beschwerungsmittel 443
§. 251. Bockrechen ohne Beschwerung 444
§. 252. Beweglicher Bockrechen, System Petraschek 444
§. 253. Bockrechen auf stabilen Grundpfählen 446
§. 254. Die Vor- und Nachtheile der Bockrechen und Andeutungen, unter welchen Verhältnissen sich deren Anwendung empfehle 449
§. 255. Die schwimmenden Rechen 449
§. 256. Schwimmende Rechen im fließenden und stehenden Wasser mit einfachen Uferfesten und deren Vor- und Nachtheile 451
§. 257. Der stabile Abweis- und Fangrechen 453
§. 258. Der stabile Staurechen 455
§. 259. Die Vorrichtungen zum Ziehen der Hebethore bei einem Fanggebäude 457
§. 260. Die Sandgitter und deren Herstellungsaufwand 458
§. 261. Die Drahtseilfangrechen 462
§. 262. Arbeitsaufwand bei den unterschiedlichen Rechenbauten 462

V. Capitel: Allgemeines über Bauvorkehrungen und Fundirungen bei den unterschiedlichen Wasserbauten.

Seite

§. 263. Vorkehrungen für die Ableitung des Wassers von der Baustelle 466
§. 264. Arbeitsaufwand bei dem Herstellen und Abtragen eines Fangdammes 468
§. 265. Pilotirungen 470
§. 266. Das Trockenlegen der Baugrube oder die hiezu erforderlichen Wasserhebevorrichtungen . . . 475
§. 267. Die Rammmaschinen und deren Anwendung 477
§. 268. Arbeitsaufwand bei dem Einrammen der Pfähle und Material- und Arbeitserforderniß für die Herstellung einer Kunstramme 480
§. 269. Ueber Fundirungen im Allgemeinen und die Classificirung der Gründungsarten 483
§. 270. Prüfung der Tragfähigkeit des Baugrundes 484
§. 271. Ueber Fundirungen bei forstlichen Betriebsbauten im Allgemeinen 486
§. 272. Das Verdichten des Bodens mit kurzen Pfählen 487
§. 273. Der liegende Rost oder Gründungen auf gezimmerten Böden 488
§. 274. Der Pfahl- oder stehende Rost 488
§. 275. Die Spundwände 489
§. 276. Die Betongründung zwischen hölzernen Spundwänden und die Fundirung mittelst Steinkästen 490
§. 277. Die Herstellung eines Fundamentes aus Beton 490
§. 278. Arbeitsaufwand bei den unterschiedlichen Gründungsarbeiten, sowie Materials- und Arbeitserforderniß über Erzeugung von Holznägeln, wie sie bei dem Bau von Uferschutzwerken, Klausen, Fanggebäuden u. s. w. verwendet werden 491
§. 279. Die Steinhebemaschine und die Kosten ihrer Herstellung 492

VI. Capitel: Der Triftbetrieb.

§. 280. Die auf den Triftbetrieb einflußnehmenden Verhältnisse 493
§. 281. Der Triftbetrieb 499
§. 282. Der Triftaufwand 501

II. Abschnitt. Das Triften der Hölzer über stehende Gewässer.

§. 283. Das Wesen und der Vorgang der Trift über stehende Gewässer 502
§. 284. Betrieb und Betriebsaufwand 502
§. 285. Aufwand für die Herstellung der erforderlichen Schiffe 503
§. 286. Die Hanfseile 504

III. Abschnitt. Das Verführen der Hölzer mittelst Schiffen.

§. 287. Das Wesen der Transportweise und der Transportaufwand 505

IV. Abschnitt. Transport der Hölzer in gebundenem Zustande.

§. 288. Die Flößerei im Allgemeinen nnd die verschiedenen Methoden dieser Transportweise 507
§. 289. Die natürlichen Eigenschaften einer Floßstraße 509
§. 290. Die Vor- und Nachtheile der Langholzflöße 511
§. 291. Der Betrieb des Holztransportes im gebundenen Zustande 512
§. 292. Betriebsaufwand 515

Vierter Theil.

Die Manipulation auf den Ländplätzen.

Seite

§. 293. Zweck und Wesen der Ländplätze und die natürlichen Eigenschaften eines zweckmäßigen Ländplatzes 516
§. 294. Betrieb und Betriebsaufwand 517
§. 295. Die Holzspaltmaschinen 522
§. 296. Arbeiterstuben 523

Literatur 528

Tabellen 540

Inhaltsverzeichniß der Tabellen.

Tabelle	Zur Seite des Textes		Seite
I	10.	Arbeitsaufwand für das Zusammenrücken der Hölzer	540
II	11.	Der Reibungswiderstand bei dem selbstthätigen Gleiten der Hölzer in Erdgefährten und auf Wegriesen	542
III	22.	Arbeitserforderniß bei dem Abliefern von 1—2 m langen, runden Brennholzstücken nach Raumgehalt in natürlichen Erdgefährten	543
IV	22.	Arbeitsaufwand bei dem Abliefern von Klotzholz in Erdgefährten nach Stückzahl	544
V	22.	Arbeitserforderniß bei den Erdgefährten des Bauholzes nach Stückzahl	544
VI	22.	Arbeitserforderniß bei den Erdgefährten von Brenn-, Klotz- und Langholz nach fester Masse	545
VII	45.	Arbeitsaufwand bei dem Abliefern von Stammstücken und ganzen Stämmen auf künstlich angelegten Wegriesen nach Stückzahl	546
VIII	52.	Reibungswiderstände bei dem selbstthätigen Gleiten der Hölzer in Riesen aus Holz	547
IX	72.	Arbeitserforderniß bei dem Baue der unterschiedlichen Riesen aus Holz, mit Rücksichtnahme auf die Beibringung des Bauholzes	548
X	72.	Arbeitserforderniß bei dem Baue der unterschiedlichen Riesen aus Holz, ohne Rücksichtnahme auf die Beibringung des Bauholzes	549
XI	72.	Arbeitserforderniß für das Abriesen von 1—2 m langem, runden Bauholz	550
XII	72.	Arbeitserforderniß für das Abriesen von 3—7 m langem Klotzholz	551
XIII	73.	Arbeitsaufwand bei dem Abriesen von Brenn-, Klotz- und Langholz nach fester Masse	552
XIV	84.	Gewicht und Maximaltragkraft der gewöhnlichen Drahtseile, dann der erforderliche Durchmesser der Seiltrommeln	553
XV	121, 128.	Vertheilungsnachweis der Arbeiter bei dem Ziehen von Brennholz mit Handschlitten nach Anzahl und in Percenten des Gesammtaufwandes	554
XVI	131.	Arbeitsaufwand für das Rücken aufbereiteter Brennhölzer mittelst Handschlitten und Menschenkraft, ohne das Erforderniß für Weg- und Schlittenerhaltung	555
XVII	131.	Arbeitsaufwand für das Rücken von Klotzholz mittelst Handschlitten und Menschenkraft, ausschließlich des Erfordernisses für Weg- und Schlittenerhaltung	556
XVIII	131.	Arbeitsaufwand bei dem Abliefern von 2 m langen Rundholzstücken mittelst Handschlitten und Menschenkraft, einschließlich der erforderlichen Weg- und Schlittenerhaltung	557
XIX	147.	Zusammenstellung der kleinsten Halbmesser für Kehren und Krümmungen bei gegebener Wegbreite und Länge des Fuhrwerkes	558
XX a, b	156.	Arbeitserforderniß bei der Herstellung von Straßengräben und Querschnittsflächen der letzteren bei gegebener Grabentiefe, Sohlenbreite und bekanntem Böschungsverhältnisse	559
XXI	182.	Arbeitserforderniß bei der Ueberführung von Abtragsmassen	561
XXII	189.	Arbeitserforderniß bei dem Bezimmern, Abbinden und Anarbeiten unterschiedlicher Bauhölzer	562

Tabelle	Zur Seite des Textes		Seite
XXIII	201.	Anzahl der Tagesfahrten mit einem einspännigen Gefährt bei bekannter Fahrgeschwindigkeit und einem Zeitaufwande für das Be- und Entladen von 16 Minuten per Fahrt	563
XXIV	201.	Anzahl der Tagesfahrten mit einem einspännigen Gefährt bei bekannter Fahrgeschwindigkeit und einem Be- und Entladezeitaufwande von 8 Minuten per Fahrt	564
XXV	201.	Anzahl der Tagesfahrten mit einem zweispännigen Räderfuhrwerk bei der Fahrgeschwindigkeit von 1 m per Secunde und einem Auf- und Abladezeitaufwande von 10 Minuten per Fahrt	565
XXVI	203.	Arbeitsaufwand bei der Ueberführung von Brennholz mittelst Pferdebespannung und bekannter Schlittenladung und Fahrgeschwindigkeit	566
XXVII	203.	Arbeitsaufwand bei der Ueberführung von Brennholz mittelst Ochsenbespannung und bekannter Schlittenladung und Fahrgeschwindigkeit	567
XXVIII	203.	Arbeitsaufwand bei der Ueberführung von Brennholz mittelst Zugvieh bei bekannter Schlittenladung (Zusammenzug der Tabellen XXVI und XXVII)	568
XXIX	203.	Arbeitserforderniß bei dem Ueberführen von 4—8 m langem Klotzholz mittelst Schlitten und Zugvieh	569
XXX—XXXII	203.	Arbeitserforderniß bei dem Ueberführen von Nutz- und Brennholz mit Räderfuhrwerk	570
XXXIII	342.	Schützenhöhe bei bekannter Schützenbreite und gegebener Druckhöhe, wenn der Abfluß des Klauswassers 1 m^3 per Secunde betragen soll	573
		Arbeitsaufwand für das Herstellen von Uferschutzobjecten, und zwar:	
XXXIV	335.	Staudendämme aus Faschinenmaterial	574
XXXV	340.	Plankenwehr	575
XXXVI	340.	Halbbaumwehr	576
XXXVII	341.	Bock- oder Schragenwehr	577
XXXVIII	342.	Bergwehr	578
XXXIX	342.	Kastenwehr	579
XL	351.	Quaderwerke ohne einem Fundament	580
XLI	351.	Quaderwerke mit liegendem Rost	581
XLII	351.	Quaderwerke mit stehendem Rost	582
XLIII	352.	Material- und Arbeitserforderniß bei den unterschiedlichen Uferschutzbauten	584
XLIV	481.	Arbeitsaufwand für das Abschneiden und Einrammen von Grundpfählen	587
XLV	501.	Arbeitserforderniß bei dem Abtriften von Brennholz	588
XLVI	527.	Arbeitsaufwand bei dem Gewinnen von Kurz- und Langholz für die unterschiedlichen Betriebsbauten	589

erst noch unter einer tüchtigen, sachverständigen Leitung operiren, wenn [illegible] auch von einem guten finanziellen Erfolge begleitet sein soll.

Weiters hat das Rohwaarengewerbe im Flachlande und ebenso auch in den Vorbergen mit der Gewinnung und Aufbereitung der Hölzer, im äußersten Falle mit einem theilweisen Zusammenbringen, Lagern und Zainen im Schlage sein Ziel und seinen Endzweck erreicht.

Berichtigungen.

Seite	3	Zeile	14	von	unten	lies:	Weiterlieferung	statt	Winterlieferung.
„	6	„	18	„	oben	„	stehenden	„	bestehenden.
„	47	„	7	„	unten	„	Hochjoch (Fig. 12)	„	Hochjoch (Fig. 11).
„	47	„	6	„	„	„	Kreuzjoch (Fig. 11, 13, 14)	„	Kreuzjoch (Fig. 12, 13, 14).
„	54	„	16	„	„	„	drei Stückriesen	„	drei Rückriesen.
„	59	„	14	„	oben	„	Durchflußprofile	„	Durchfließprofile.
„	86	„	11	„	unten	„	Tabelle XIV	„	Tabelle XV.
„	105	„	23	„	„	„	könnte	„	könnet.
„	158	„	14	„	„	„	die Gräben	„	die Gruben.
„	168	„	21	„	„	„	die kolkende	„	die kalkende.
„	176	„	13	„	oben	„	eingerammte	„	eingerahmte.
„	179	„	7	„	„	„	Durchflußprofil	„	Durchfließprofil.
„	187	„	13	„	unten	„	Ein m^3 Pflaster	„	Ein m^3
„	189	„	20	„	oben	„	Einen m Geländerkopfsäule	„	Einen m^3 Geländerkopfsäule.
„	198	„	9	„	unten	„	f_1 ist	„	f ist.
„	209	„	18	„	oben	„	Paragraphe	„	Paragraphen.
„	253	„	7	„	„	„	Anlagecapital	„	Anlagecapitel.
„	256	„	16	„	unten	„	Absperrbauten	„	Sperrbauten.
„	265	„	9	„	„	„	Paragraphe	„	Paragraphen.
„	268	„	6	„	oben	„	haben nur	„	haben nun.
„	289	„	7	„	unten	„	Bühnen	„	Buhnen.
„	291	„	9	„	„	„	von 10—13 cm	„	von 10—13 mm.
„	291	„	9	„	„	„	1—3 cm	„	1—3 mm.
„	293	„	15	„	„	„	15°	„	15%
„	300	„	14	„	oben	„	des Wasserabflusses	„	der Wasserabflüsse.
„	335	„	9	„	unten	„	in Abbauungen	„	wo Abbauungen.
„	344	„	4	„	oben	„	3 m^3 Klaubsteine	„	3 m^3 Klaussteine.
„	354	„	20	„	„	„	fallen müsse	„	allen müsse.
„	368	„	4	„	unten	„	Baie de Clarens	„	Baie de Chlarens.
„	368	„	14	„	„	„	Rüfe von Valtur	„	Riese von Valtur.
„	393	„	1	„	oben	„	$v = \sqrt{2 . G . s}$	„	$v = \sqrt{2 . g . s}$
„	407	„	12	„	unten	„	gebrochenen	„	gebogenen.
„	416	„	9, 10	„	„	„	möglich: Das	„	möglich: das.
„	430	„	20	„	oben	„	und n = 6 m	„	und n 6 m.
„	477	„	5	„	unten	„	2·5 Tagschichten	„	25 Tagschichten.
„	491	„	2	„	„	„	m Schwellenholz	„	m Schwellen.
„	492	„	6	„	„	„	ein m^3	„	ein m^3
„	493	„	14	„	oben	„	0·8 fm^3	„	0·8 m^3
„	500	„	15	„	„	„	felsigen	„	elsigen.
„	509	„	16	„	„	„	Zangelstange	„	Zagelstange.

Wegbreite und Länge des Fuhrwerkes 558

XX a, b 156. Arbeitserforderniß bei der Herstellung von Straßengräben und Querschnittsflächen der letzteren bei gegebener Grabentiefe, Sohlenbreite und bekanntem Böschungsverhältnisse 559

XXI 182. Arbeitserforderniß bei der Ueberführung von Abtragsmassen 561

XXII 189. Arbeitserforderniß bei dem Bezimmern, Abbinden und Anarbeiten unterschiedlicher Bauhölzer 562

Einleitung.

§. 1. Das Rohwaarengewerbe im Allgemeinen.

Das forstliche Holz-Rohwaarengewerbe steht in all' seinen Phasen im innigen Zusammenhange mit der Plastik des Terrains. Dem entsprechend gestaltet es sich in den Forsten der Ebene, mitunter auch noch in jenen der Vorberge und des Mittelgebirges fast regelmäßig zu einer bloßen, mehr minder einfachen Manipulation. Dort bildet denn auch die Waldarbeit, das Gewinnen und selbst das Abliefern der Hölzer nur eine untergeordnete, nebensächliche Winterbeschäftigung für die Bevölkerung. Man findet daher auch in den Ebenen, sowie in jenen Oertlichkeiten der Vorberge und des Mittelgebirges, wo der Wald nur in einzelnen getrennten und isolirten Parcellen vertreten ist, keinen eigentlichen Holzhauerstand entwickelt.

In ganz anderer Weise haben sich die Verhältnisse der Holzarbeit dagegen in den großen und zusammenhängenden Forsten des Mittelgebirges und namentlich im Hochgebirge herausgebildet. Hier bietet der Wald einem vielleicht nicht unbeträchtlichen Bruchtheile der Bevölkerung einen ununterbrochenen Arbeitsverdienst. Nachdem aber speciell im Hochgebirge die Waldarbeit in Folge der oft schwierigen Terrainverhältnisse eine mehr als gewöhnliche körperliche Kraft und Gewandtheit, ja sogar einen gewissen Grad technischer Geschicklichkeit erheischt, welche Eigenschaften in dem erforderlichen Ausmaße eben nur durch frühzeitige Uebung und langjährige Verwendung erworben werden können, so ist es wohl natürlich, daß in den umfangreichen Forsten des Mittel- und vorab des Hochgebirges eine ständige, berufsmäßige Holzarbeiterschaft sich heranbilden mußte.

Während unter günstigen Verhältnissen die Holzwerbung durch einzelne Holzhauersägen, die aus zwei bis drei Arbeitern zusammengestellt werden, möglich ist, muß hingegen im Hochgebirge schon eine große Anzahl von Arbeitskräften gemeinschaftlich, aber erst noch unter einer tüchtigen, sachverständigen Leitung operiren, wenn sonst ihr Schaffen auch von einem guten finanziellen Erfolge begleitet sein soll.

Weiters hat das Rohwaarengewerbe im Flachlande und ebenso auch in den Vorbergen mit der Gewinnung und Aufbereitung der Hölzer, im äußersten Falle mit einem theilweisen Zusammenbringen, Lagern und Zainen im Schlage sein Ziel und seinen Endzweck erreicht.

Dagegen beginnen im Hochgebirge, abgesehen selbst von jenen Lagen, wo schon die Fällung und Aufbereitung der Hölzer mit Lebensgefahren verbunden ist, die eigentlichen physischen und technischen Schwierigkeiten für die Arbeiterschaft erst dann, wenn es gilt, das fertige Product in die tiefen Thäler zu schaffen. Mit dem Geschäfte der Holzlieferung tritt auch gleichzeitig jener Moment ein, wo der Forsttechniker auf das Rohwaarengewerbe seinen maßgebenden Einfluß zu nehmen hat; denn in seine Hand ist es nunmehr gegeben, zu bestimmen, auf welche Weise die gewonnenen Forstproducte nach den weiter entlegenen Verbrauchsstätten zu schaffen seien, ohne durch übermäßige Transportkosten oder in Folge einer Beeinträchtigung der Quantität und Qualität an Concurrenzfähigkeit einzubüßen. Die endgiltige Bestimmung aber, in welcher Weise die gewonnenen Forstproducte am besten und zweckmäßigsten unter den jeweiligen localen und anderweitigen Verhältnissen abzuliefern seien, welche Lieferungsanstalten benützt oder neu geschaffen werden sollen, beziehungsweise welche Methode der Holzlieferung unter den gegebenen Umständen einzuhalten sei, erheischt auf Seite des Forsttechnikers eine gründliche Kenntniß aller gangbaren Holzlieferungsarten, ihrer Vorzüge wie Nachtheile und einen hohen Grad von Vertrautheit mit dem gesammten Wesen der Holzbringung überhaupt unter den verschiedensten Verhältnissen.

Eine jede der bestehenden Holzlieferungseinrichtungen hat eben ihre Vorzüge und Nachtheile; die einen wie die anderen können nach Maßgabe der Oertlichkeit, des Terrains, dann der Art und Größe der zur Lieferung bestimmten Hölzer in mehr oder minder fühlbarer Weise zu Tage treten. Das jeweilige Verhältniß derselben muß deshalb in seiner Folgewirkung nach allen Richtungen wohl erwogen werden, um so mehr, als es bei der hohen Kostspieligkeit ihrer Anlage gewiß nicht gleichgiltig sein kann, ob sie dem ihnen zugedachten Zwecke vollständig oder nur zum Theile entsprechen.

Zudem gehört ja auch in ökonomischer Beziehung die Holzausbringung zu den wichtigsten Aufgaben des Wirthschaftsführers; denn sie erheischt im forstlichen Haushalte den überwiegend größten Theil des Kostenaufwandes. Es ist nun so viel klar, daß solchen Anforderungen gegenüber das einfache Verständniß für die in jeder Lage richtige Auswahl und Anlage der Transportanstalten und einschlägigen Vorkehrungen, daß selbst die volle Kenntniß des diesfälligen Bauwesens für sich allein nicht genügen könne, sondern daß sich ihnen auch eine gründliche Erfahrung über die Leistungsfähigkeit der Betriebsmittel und der Arbeiter angesichts der so grundverschiedenen Verhältnisse beigesellen müsse.

Im Großen und Ganzen müssen wir von einer zweckmäßigen Lieferungsanstalt voraussetzen:

1. daß damit der Werbungsaufwand auf das zulässig kleinste Ausmaß beschränkt werde;

2. daß die Hölzer in einer für die Verwerthung günstigen Weise und Form zu den Verkaufsplätzen gelangen;

3. daß durch die Holzlieferung der Waldboden nicht beschädigt werde.

§. 2. Begriff und Eintheilung der Holzabbringung oder Holzlieferung im Allgemeinen.

Unter dem Ausdrucke „Holzlieferung" verstehen wir im Allgemeinen alle jene Arbeiten, welche erforderlich sind, um die im Walde erzeugten und aufbereiteten Hölzer zu den Verkaufs- oder Verbrauchsplätzen zu schaffen. Die am Fällungsorte erzeugten

Hölzer werden entweder sogleich, und zwar auf der Unterlage im Walde veräußert, oder sie müssen zu bestimmten Abgabs- und Auffatzplätzen oder auch an solche Punkte vorgeliefert werden, von welchen sie der eigentlichen Haupt- oder Weiterlieferung übergeben werden können.

Diese Weiterlieferung erfolgt entweder zu Lande, d. i. auf trockenem Wege, oder zu Wasser mit Benützung natürlicher oder künstlicher Wassergerinne und im ersteren Falle wieder mit Zuhilfenahme unterschiedlicher Einrichtungen — Holzlieferungsanstalten — auf denen die Hölzer entweder selbstthätig gleiten oder durch eine bewegende Kraft — einen Motor —, Menschen oder Zugthiere, nach dem Ziele ihrer Endbestimmung gelangen.

Wir unterscheiden somit Holzlieferungsanstalten:

a) für den Betrieb durch selbstthätiges Gleiten,
b) für den Betrieb durch Anwendung eines Motors;

endlich mit Rücksicht auf den Zeitpunkt, in welchem die einzelnen Einrichtungen am zweckmäßigsten benützt werden können, Holzlieferungsvorrichtungen mit

a) Sommerbetrieb,
b) Winterbetrieb,
c) Sommer- und Winterbetrieb.

Wenn wir weiters noch die bauliche Anlage der zur Zeit gangbaren Betriebsmittel in's Auge fassen, so läßt sich von diesem Gesichtspunkte aus das gesammte Lieferungswesen folgendermaßen gruppiren:

I. Theil.

Die Abbringung vom Fällungsorte (das Abrücken) zur Abgabsstätte oder zu den Stapelplätzen der Winterlieferung:

A. Mit Anwendung von Menschenkraft:
   a) Die Abbringung durch das Austragen der Hölzer.
   b) Das Abbringen mittelst der Sapine oder des Griesbeiles.
   c) Das Abbringen der Hölzer mittelst Schlitten, Karren oder Schiebeböcken.

B. Mit Anwendung von Zugkraft (Zugthieren):
   Das Abbringen der Hölzer mittelst Fahrzeugen und Zugthieren.

II. Theil.

Die weitere Abbringung des Holzes zu Land.

I. Capitel. Die Erdgefährte:
   a) Das Erdgefährten der Hölzer.
   b) Das Seilen der Hölzer.
   c) Das Stürzen der Hölzer.

II. Capitel. Die Wegriesen.

III. Capitel. Die Rieſen aus Holz.
a) Rieſen aus Stangen.
b) Rieſen als Waſſergerinne.
IV. Capitel. Die Drahtrieſen.
a) Drahtrieſen.
b) Drahtſeilrieſen.
V. Capitel. Die Waldwege.
VI. Capitel. Die Waldbahnen.
VII. Capitel. Die Drahtſeilbahnen.

III. Theil.
Die weitere Holzabbringung zu Waſſer.

Erstes Theil.

Das Abrücken oder die Abbringung der Hölzer vom Fällungsorte zur Abgabsstätte oder zu den Stapelplätzen der Weiterlieferung.

§. 3. Das Abrücken im Allgemeinen.

Unter Vorlieferung verstehen wir das Zusammenbringen der Hölzer nach bestimmten Lagerplätzen im Schlage, an die Wege oder an die Anfangspunkte der Lieferungsanstalten u. dgl. Ein solches Vorliefern oder Ausbringen der Hölzer muß auch häufig in der Ebene, und zwar schon in denjenigen Forsten derselben platzgreifen, wo die Rücksichten auf die Wiederverjüngung oder die günstigeren Absatzverhältnisse vorwiegen.

In den Forsten des Hochgebirges hat das Vorliefern der Hölzer selbstverständlich eine hervorragende Bedeutung. Im ersteren Falle, d. i. in der Ebene oder im Vorgebirge, erfolgt, wenn der Verkauf nicht von der Unterlage, beziehungsweise von den unmittelbaren Aufbereitungsplätzen weg geschehen kann, das Vorliefern gewöhnlich im Winter, nachdem ja auch die Aufbereitung in diese Jahreszeit fällt. Dagegen werden im Hochgebirge die im Laufe des Sommers erzeugten Hölzer mitunter noch vor dem Eintritt des Winters oder einer guten Schneebahn zusammengeliefert.

Zum Zwecke der Vorlieferung bedient man sich entweder menschlicher oder thierischer Kraft, und zwar letzterer meist dann, wenn langes und schweres Nutzholz zusammengestreift oder vorgeliefert werden soll.

§. 4. Die Abbringung durch das Austragen der Hölzer.

Ein Austragen der Hölzer wird angewendet werden müssen:

a) wenn diese aus Jungwüchsen herauszuschaffen sind und letztere aus forstwirthschaftlichen Gründen möglichst geschont werden sollen;
b) wenn dieselben aus tief eingeschnittenen Gräben, Klüften, Kesseln oder muldenförmigen Vertiefungen herauszuholen sind und
c) wenn die Hölzer etwa unterhalb einer Holzlieferungseinrichtung, beispielsweise unterhalb eines Zug- oder Riesweges liegen.

Selbstverständlich wird sich diese kostspielige Art der Vorlieferung nur auf kurze Strecken, kleinere Holzsortimente und auf Oertlichkeiten beschränken müssen, wo ein Ausbringen der Hölzer auf eine andere Art als unausführbar sich herausstellt.

Auf kurze Entfernungen, bis auf 40 m, können die Hölzer entweder auf der Schulter oder durch zwei Holzknechte auf den wagrecht und parallel gehaltenen Griesbeilen oder auch auf Stangen ausgetragen werden; für weitere Strecken bedienen sich die Holzknechte einer Trage oder Kraxe; es werden dann die Hölzer auf dem Rücken oder mittelst Tragbändern ausgetragen.

Sind schwere Holzstücke aus kesselförmigen Bodeneinsenkungen, Trichtern u. dgl. herauszuschaffen und ist ein Austragen mit Rücksicht auf die Bodenbeschaffenheit unvortheilhaft oder ganz unthunlich, dann empfiehlt sich die Anwendung des einfachen Flaschen-

zuges oder das Herausseilen der Hölzer auf unterlegten Gleitstangen, wenn nicht etwa aus financiellen Gründen es vorgezogen werden muß, die in solchen Einsenkungen liegenden Hölzer in handliche Stücke zu zerlegen, deren Austragung dann minder schwierig und auch minder kostspielig sich erweist.

§. 5. Das Abbringen mittelst der Sapine oder des Griesbeiles, das sogenannte Holzfällern oder Wälgen.

In steilen Berghängen werden die zu 1—2 m langen Drehlingen aufbereiteten Brennhölzer, ja selbst auch Klötze und Stammstücke von 4—6 m Länge mit Hilfe der Sapine oder des Griesbeiles thalabwärts nach bestimmten Punkten in der Weise geliefert, daß die Hölzer an dem einen Ende gehoben und in eine rollende, rutschende oder stürzende Bewegung gebracht werden. Mit dem Grade der Neigung des Berghanges und der Härte des Bodens wird das Rollen, Rutschen und Stürzen des Holzes, und zwar womöglich in der Richtung des stärksten Falles erleichtert und beschleunigt, und erzielt man mit dieser Art der Vorlieferung bei nassem, gefrorenem oder angereiftem, etwas beschneitem Boden, beziehungsweise im Spätherbste oder zu Anfang des Winters den günstigsten Erfolg. Nur hat diese Form der Vorlieferung auch wieder ihre Nachtheile, wohin zu zählen sind:

a) die bedeutenden Beschädigungen am bestehenden Holze, wenn das Holzfällern (Abpürschen) durch Bestände, zumal durch Vorbereitungs-, Plänter-, Säuberungs- oder Durchforstungsschläge erfolgt;
b) desgleichen auch der am Jungwuchse (Anflug oder Aufschlag) verursachte Schaden, welcher namhaft wird, wenn die Hölzer durch einen solchen hindurch geliefert werden müssen;
c) die in ihren Wirkungen höchst nachtheilige Aufreißung und Lockerung des Bodens, wenn derselbe gerade offen ist oder nasses Wetter herrscht;
d) der bedeutende Kraftaufwand, den das Holzfällern auf Seite der Arbeiter erheischt, für die es sich obendrein auch noch gefahrbringend gestaltet;
e) der Umstand, daß durch das Rollen, Rutschen, Stürzen und Wälgen der Hölzer Steine gelockert und zum Absturz nach der Tiefe gebracht werden, wodurch wieder an den thalwärts gelegenen Beständen eben in Folge der Steinschläge Schäden erwachsen.

Vom Standpunkte einer pfleglichen Behandlung der Bestände und des Waldbodens ist das Holzfällern auf das zulässigste einzuschränken oder, wo nur immer thunlich und selbst im Falle eines höheren Entlohnungsaufwandes, auf bestimmte Erdrinnen und Bodenfalten im Schlage einzuschränken.

Die großen Nachtheile dieser Art der Vorlieferung lassen sich erfolgreich nur dann beseitigen, wenn die eigentlichen Lieferungseinrichtungen möglichst vielfach verzweigt und in wohldurchdachter Weise bis an die entferntesten Punkte der Aufbereitungsorte geführt werden.

§. 6. Das Abbringen der Hölzer mittelst Holzschlitten — das „Holzschlitteln" — oder mittelst ein- oder zweiräderiger Karren und Menschenkraft.

In mäßig geneigten Hängen, wo ein Stürzen oder Wälgen der Hölzer mit einem zu hohen Aufwande verbunden, andererseits die Anlage einer Riese wegen Mangels an Gefälle, die eines Zugweges aber wegen des verhältnißmäßig geringen und überdies

vielleicht auch noch weit zerstreuten Holzes unthunlich erscheint, werden die Hölzer auf gewöhnlichen Handschlitten zusammengezogen. Auch in diesem Falle wird ein nasser oder gefrorener und mit einer leichten Schneeschichte bedeckter Boden das Zusammenliefern wesentlich fördern und erleichtern.

Wird auf nassem oder bereiftem Boden geschlittelt, dann werden ungesohlte oder „Aberschlitten“ *, auf Schnee dagegen mit Eisenschienen besohlte Schlitten verwendet. Selbstverständlich unterbleibt für den Zweck des Zuschlittelns jede Weganlage, indem es vollständig genügt, wenn nur größere Hindernisse entfernt oder in einem grobsteinigen Graben oder über Steinhalden eine nothdürftige Fahrbahn aus Nadelholzästen, Prügeln u. dgl. hergestellt wird, d. h. wenn derlei rauhe Hindernisse mit dem genannten Materiale überdeckt werden. Bei bedeutenderen Schneefällen müssen jedoch für das Zusammenschlitteln Bahnen ausgetreten werden.

Durch das Ausbringen oder Vorliefern der Hölzer mittelst der Handschlitten wird weder der Boden, noch das im Schlage stehende Holz beschädigt, auch der allenfalls vorhandene Unterwuchs, wenn nur mit dem Zusammenziehen bis zum Eintritte einer leichten Schneedecke zugewartet werden kann, in keinem so hohen Grade wie bei Holzfällern in Mitleidenschaft gezogen. Wo es also die Bodenverhältnisse nur immer gestatten, ist das Holzschlitteln dem Holzstürzen vorzuziehen und ist selbes auch in steil abfallenden Geländen noch anwendbar, wenn man es nicht versäumt, den Schlitten Hölzer anzuhängen, wodurch die nothwendige Regelung der Fahrgeschwindigkeit erreicht wird.

Anstatt der „Schlitten“ werden von den Holzknechten noch häufig folgende Vorrichtungen zum Vorliefern der Brennhölzer angewendet:

Zwei gewöhnliche Stangen (a Fig. 1) aus unterdrückten, zähen Tannenstämmchen werden durch zwei Querhölzer oder Spangen (b) miteinander verbunden. Vorne erhalten die Stangen zwei fußartige Ansätze (c) und rückwärts zwei Rungen (d). Die Stangen vertreten die Schlittenkufen und ruhen mit ihrem dünnen und biegsamen Ende am Boden auf, wodurch die Reibung vermindert und die Last theils geschleift, theils getragen wird. Der Arbeiter bedient sich bei Handhabung dieser Vorrichtung zu seiner Erleichterung gewöhnlicher Traggurten, die er wie bei einem Schubkarren an die vorderen Köpfe der Stangen befestigt. Einen solchen primitiven Schlitten kann er sich auch in einem jeden Schlage in kurzer Zeit und mit wenig Mühe anfertigen, wenn die Stangen etwa durch Reibung stark abgenützt oder gebrochen sind.

In vorherrschend ebenem Terrain tritt an die Stelle der Schlitten der Schiebebock oder Handkarren, mittelst dessen dann die Hölzer zusammengezogen werden müssen.

§. 7. Das Abbringen der Hölzer durch Streifen, Starzen, Mähnen mit Anwendung von Zugthieren und unterschiedlichen Fahrzeugen.**

Sollen Klötze oder Langhölzer von stärkeren Dimensionen an die Abfuhrwege oder an die Einkehr eines Riesweges gebracht werden, dann gestaltet sich die Verwendung von Zugthieren vortheilhaft. Das Zusammenliefern geschieht nun in der Weise, daß um den Stamm oder das betreffende Stammstück eine einfache Schleifkette geschlungen und an diese das Zugthier angespannt wird, oder es wird die Last mit dem einen Ende auf

* Aber (im Salzkammergute auch aper oder apper) ist so viel wie schneefreier Boden.
** Lotbäume, Karren, Vorderwagen bei Langhölzern, Klotz- (Schlepp-) Schlitten ꝛc.

einem Halbschlitten befestigt, während das andere am Boden nachschleift, oder endlich es wird der Stamm auf zwei gesonderte Wagen- oder Schlittengestelle verladen und nach seinem Bestimmungsorte überführt.

Die erstere Art der Vorlieferung wird das Holzstreifen oder -Schleifen, die zweite das Holzmähnen und die dritte das Starzen des Holzes genannt. Für die zuletzt genannte Art der Zusammenlieferung gehören indeß schon entsprechend angelegte und gebaute Wege, während das Schleifen und Mähnen unmittelbar im Bestande oder Schlage selbst vorgenommen werden kann und nur größere Hindernisse zu entfernen oder tiefe Erdrisse einfach zu überbrücken kommen.

Auch diese Lieferung wird bei einem nassen oder gefrorenen und beschneiten Boden mit gutem Erfolge betrieben, verursacht aber im Falle, als die Hölzer bei offenem Boden ohne Schlitten oder nur mit dem einen Ende auf einem solchen aufruhend transportirt werden, mehr oder minder starke Verwundungen und Auflockerungen desselben.

§. 8. Einflußnahme auf den Erfolg des Abrückens.

Von Einfluß sind diesfalls:

1. Die Lage und Bodenbeschaffenheit der Schlagorte.

Je steiniger und zerklüfteter der Boden an sich ist, je mehr derselbe von kleinen Wänden und hervorspringenden kahlen Felskegeln durchzogen ist, desto ungünstiger muß sich natürlich das durchschnittliche Arbeitserforderniß für das Zusammenliefern der Hölzer gestalten. Mäßig gedachte Berghänge, Klüfte, tief eingeschnittene Gräben, Kessel und muldenförmige Vertiefungen, aus denen die eingerollten Hölzer gehoben oder ausgetragen werden müssen, beeinflussen gleichfalls den durchschnittlichen Arbeitsaufwand in hohem Grade.

2. Art und Beschaffenheit des Holzes.

Das Zusammenbringen der harten und schweren oder gekrümmten Hölzer wird naturnothwendig einen höheren Arbeitsaufwand erheischen, als das Vorliefern der geraden und leichteren Weichhölzer.

3. Art und Weise der Schlagführung.

Es bedarf gewiß keiner weiteren Begründung, daß der Arbeitsaufwand, den die Vorlieferung oder die Zusammenbringung der Hölzer verursacht, von der Betriebsform, ja unter Umständen sogar von der Richtung der Schläge in mehr oder minder großem Umfange bedingt und beeinflußt wird. So werden sich beispielsweise die Kosten der Vorlieferung in Kahlschlägen am günstigsten, in Plänter- und Durchforstschlägen, desgleichen bei Aufbereitung von vereinzelten Wind- und Schneebrüchen, endlich bei Läuterungshieben in Dickungen und Jungwüchsen, wo die gewonnenen Hölzer auf großen Strecken zum öfteren herausgetragen werden müssen, am ungünstigsten gestalten.

4. Die Lage der Holzlieferungseinrichtungen.

Liegen die Anstalten für die Weiterlieferung im Schlage derart günstig, daß die Hölzer nur bergab und auf nicht zu weite Strecken beizubringen sind, dann erfordert deren Vorlieferung einen verhältnißmäßig geringen Arbeitsaufwand.

5. Beschaffenheit und Einwirkung der Witterungsverhältnisse im Zeitpunkte der Abrückung der Hölzer.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß die Witterungsverhältnisse den Gang der gesammten Holzwerbung, speciell aber das Geschäft der Vorlieferung beschleunigen oder verzögern können. Ein nasses Wetter, d. i. ein glatter, schlüpfriger, oder ein gefrorener, überschneiter Boden bietet dem Geschäfte der Vorlieferung die günstigsten Bedingungen, während ein trockener Boden oder ein weicher und tiefer Schnee das Zusammenbringen der Hölzer ungemein verzögern und erschweren wird. Es ist daher eine wesentliche Bedingung für das Zusammenziehen oder Zusammenbringen der Hölzer, die geeignete Witterung abzuwarten, wenn das nicht etwa wegen übergroßer Menge der Hölzer unthunlich erscheinen sollte und aus diesem Grunde mit der Vorlieferung schon frühzeitig begonnen werden müßte.

6. Form und Dimension der zur Vorlieferung bestimmten Hölzer.

Es ist nichts weniger als gleichgiltig, in welcher Form die Hölzer zur Vorlieferung hergerichtet werden. So kann sich unter gewissen Verhältnissen das Vorliefern von Brennholz in aufbereitetem Zustande, z. B. in Form von Scheitern, günstiger gestalten, während in anderen Lagen dasselbe nur in 1—2 m langen Rundstücken (Drehlinge, Drailinge) mit einem entsprechenden Erfolge und mäßigem durchschnittlichen Arbeitsaufwande abzuliefern ist. Dasselbe gilt auch bei dem Nutzholze. In einzelnen Lagen kann sich das Zusammenstreifen in längeren, unter anderen Verhältnissen dagegen in kürzeren Stücken vortheilhafter anlassen.

7. Der Umfang, in welchem die Schläge von den Aesten und sonstigen Abfallhölzern gereinigt werden sollen.

Dieser Umstand kommt nur in den Hochgebirgsschlägen in Betracht, wo ein Absatz oder eine Verwerthung der Abfallhölzer nicht wie in den Forsten der Ebene oder der Vorberge möglich ist.

In den Hochgebirgsschlägen werden die Abfallhölzer, als: Aeste, Rinde und Reisig oder das sogenannte Astach, in 5—10 m von einander entfernten, von oben bis zum unteren Ende des Schlages ununterbrochen fortlaufenden Haufen, den sogenannten „Astachriegeln", gelagert, oder es wird das Astach auf der Schlagfläche gleichmäßig ausgebreitet, um einerseits nicht zu viel Fläche der Bestockung zu entziehen, was bei der Lagerung in Haufen unvermeidlich ist, andererseits um damit dem jungen Nachwuchse, namentlich auf steilen, flachgründigen Südlehnen, Schutz gegen Hitze zu gewähren. Die Abfälle sollen daher, wenn sie ohne Gefahr nicht verbrannt werden können, derart gelagert werden, daß das Zusammenliefern der Hölzer nach den bestimmten Sammelplätzen in keiner Weise beirrt werde, weil sonst der Aufwand hiefür in einem namhaften Grade gesteigert würde.

8. Die Menge der zur Abrückung bestimmten Hölzer.

Es ist doch nur natürlich, daß dort, wo größere Massen für die Abrückung bestimmt sind, sich deren Kosten günstiger gestalten werden.

9. Die Lieferstrecke.

Es ist auch so viel wie selbstverständlich, daß das Zusammenbringen oder Vorliefern nicht über gewisse Grenzen hinausgehen darf, da ja sonst der Gewinn, den wir durch

das Zusammenbringen der Hölzer an den Kosten der Hauptlieferung und allenfalls an jenen der Bringungsanstalten erzielen, in keinem Verhältnisse mit dem andererseits hervorgerufenen Mehraufwande bei der Vorlieferung stehen würde.

Die Entfernung, bis zu welcher eine Vorlieferung noch mit Vortheil anzuwenden ist, wird von der Beschaffenheit und Formung des Bodens, vom Gefälle des Lieferortes, von der Beschaffenheit und Größe der Hölzer, endlich von der Witterung abhängen und deshalb fallweise festzusetzen sein. Als äußerste Grenze hiefür kann allenfalls eine Entfernung von 2—300 m angenommen werden.

10. Die Gewandtheit der Holzarbeiterschaft und die entsprechende Anleitung und Ueberwachung derselben durch die Unternehmer der Holzlieferung, oder, wo im Tagschichtenwege vorgegangen wird, durch die Vorarbeiter, Paßvorsteher.

Unter allen Verhältnissen, wo eine größere Anzahl von Holzknechten gemeinschaftlich wirken muß, ist, damit einerseits keine Stockungen im Liefergeschäfte eintreten, aber andererseits auch alle Kräfte nach Maßgabe ihrer speciellen Leistungsfähigkeit und Begabung in vollem Maße zur Ausnützung gelangen können, deren richtige Anleitung und Vertheilung von hohem Einflusse auf den Erfolg der Vorlieferung. Speciell beim Holzfällern bedarf es eines gewissen Grades von Findigkeit, Vertrautheit und auch körperlicher Kraft, um erfolgreich zu operiren.

§. 9. Aufwand bei den bezeichneten Abbringungsmethoden.

Das Austragen von 1 m langem Scheit- oder Prügelholz erfordert bei einer Wegstrecke von 40—60 m einen Arbeitsaufwand von 0·15—0·30 Tagschicht per fm^3 oder 0·12—0·24 Tagschicht per rm^3.

In einer sehr steilen Lage, bei gutem Boden, günstiger Witterung und schwachem Holze vermag ein Arbeiter einen rm^3 von Drehlingholz in der Zeit von 1½—3 Minuten circa 300 m abwärts zu fällern. Diesem Zeitaufwande entspricht ein Arbeitserforderniß von 0·03—0·06 Tagschicht per rm^3.

In der beigefügten Tabelle I geben wir den Arbeitsaufwand, den das Holzfällern auf die gewöhnliche Entfernung von 50—150 m erheischt, in übersichtlicher Weise, und ist bei deren Entwurfe die Schlagform, die Lage und Bodenbeschaffenheit des Lieferortes, endlich die Stärke und Länge des Holzes berücksichtigt worden.

Bei dem Zusammenbringen der Hölzer durch „Schlitteln" vermag ein Arbeiter per Fahrt einen rm^3 1 m langen Scheiterholzes zu fördern, und nachdem er eine Wegstrecke von 300 m zwanzigmal zurücklegen kann, so berechnet sich das Arbeitserforderniß für obige mittlere Wegstrecke mit 0·05 Tagschicht.

Zweiter Theil.

Die weitere Abbringung des Holzes zu Land.

I. Capitel: Die Erdgefährte.

§. 10. Das Wesen der Erdgefährte im Allgemeinen.

Unter Erdriesen oder Erdgefährten versteht man, wie allgemein bekannt, natürliche Rinnen, Rutschen, Lawinenstreifen, Terrainfalten, Gräben u. dgl. oder unter starkem Gefälle* künstlich hergestellte Gleitbahnen, die zur Förderung der Hölzer oft unter den primitivsten Verhältnissen benützt werden, während unter den eigentlichen Erdgefährten im Allgemeinen das theilweise selbstthätige Abgleiten der Hölzer in den natürlichen Rinnen, Mulden oder Gräben, über Berglehnen bei einem bestimmten Gefälle verstanden wird.

Da aber bei den Erdgefährten zahlreiche Factoren mit im Spiele sind, so ist es unmöglich, jenen kleinsten Elevationswinkel mathematisch genau zu bestimmen, unter welchem Hölzer selbstthätig gleiten und in Erdgefährten noch mit Vortheil abzuliefern sein werden.

Nehmen wir das Gewicht eines Holzstückes mit G, den Reibungscoefficienten mit f** und den Neigungswinkel des Erdgefährtes mit α an, so ist nach dem bekannten Gesetze der gleitenden Bewegung auf einer schiefen Ebene die Reibung $R = f.G.\cos \alpha$ oder das Bestreben zum Niedergleiten $P = (\sin \alpha - f . \cos \alpha) G$, und es wird das letztere $= 0$, wenn $\text{tang } \alpha = f$ wird, d. h. wenn die Tangente des Neigungswinkels gleich dem Reibungscoefficienten wird, so bleibt der Körper in Ruhe, kömmt aber in selbstthätige Bewegung, wenn der Neigungswinkel sich vergrößert.

Der Neigungswinkel einer schiefen Ebene, bei dem ein Körper noch im Zustand der Ruhe verharrt, heißt der Ruhewinkel.

Im Allgemeinen gilt der auf Erfahrung basirte Grundsatz, daß in glatten Rinnen mit einem Gefälle von mindestens 20% langes und schwaches Holz durch selbstthätiges Gleiten, und zwar ohne besondere Verbesserungen oder Verbauungen der Gleitstrecke abgeliefert werden kann. Bei einem Gefälle von 40% gleiten Blochhölzer und kürzere Bauholzstücke, bei einem Gefälle von 60% schwache Brennholzscheiter selbst in trockenen und unbeeisten Erdrinnen.

Die Holzbringung durch selbstthätiges Herabgleiten ganzer Stämme und einzelner Stammtheile in sogenannten Erdriesen oder Erdgefährten ist in Forsten mit steil abfallenden Bergseiten längst bekannt und stehende Uebung.

An steilen Berglehnen oder Hängen kommen mitunter auch Gräben vor, welche tief eingeschnitten sind, die aber, mit Ausnahme der Zeit der Schneeschmelze oder der schweren

---

* Unter einem Gefälle verstehen wir den relativen Höhenunterschied, den eine Holzlieferungsanstalt zu überwinden hat, und drücken denselben entweder in Percenten der Länge der Lieferanstalt in ihrer horizontalen Projection oder durch einen Winkel aus, den diese mit der Horizontalen einschließt.

** Tabelle II enthält den Reibungswiderstand bei dem selbstthätigen Gleiten von Klotz- und Langhölzern in Erdgefährten oder Wegriesen.

Regengüsse, zumeist als trockene Rinnsale der Bergwässer sich darstellen. Diese werden nun gleichfalls ohne vorangehende Verbauung oder Regulirung für den Transport von Brenn-, Bloch- (Klotz-) und Langholz verwendet.

Wenn besonders günstige Terrain- und Bodenverhältnisse obwalten, so können Erdgefährte auch durch mulden- und grubenförmige Aushebungen hergestellt werden, wobei das gewonnene Erdreich beiderseits als Einfassungswall abgelagert wird, um die Dienste der Abwehr- oder Sattelhölzer bei den gewöhnlichen Holzriesen zu leisten.

In manchen Forsten gibt man den Erdgefährten, parallel zu deren Längsrichtung, streckenweise Dielungen aus nebeneinander gelegten Stangen, theils um die Gleitbahn gegen stärkere Bodenausstoßungen zu schützen, theils um ungünstige Gefällsverhältnisse zu verbessern, und umgeht die Terrainschwierigkeiten durch Einschaltung von ganz aus Holz hergestellten Rieswerkfächern. Desgleichen erhalten auch jene Stellen, wo ein Ausspringen der Hölzer leicht erfolgen könnte, Abwehrhölzer als Randeinfassung. Das Einlegen von Dielungen oder Querschwellen von Holz in die Gleitbahn kommt nicht allein der Holzlieferung zugute, sondern trägt auch wesentlich zur guten Erhaltung der Bahn selber bei.

Erdriesen erfüllen bekanntermeise nur dann ihren Zweck vollständig, d. h. gestatten eine leichte und billige Abbringung der Hölzer, wenn deren Gleitbahn und Wandung möglichst fest und glatt, beziehungsweise frei von allen Wurzeln, großen Steinen und dergleichen Hindernissen ist und auch für alle Zukunft gehalten wird. Ersteres fällt oft schwer genug, letzteres ist wohl nie erreichbar. Erdgefährte erhalten sich erfahrungsgemäß selten lange in gutem Zustande und werden überall dort am frühesten unbrauchbar, wo ihnen der feste felsige Untergrund mangelt. Ein einziges Hochgewitter mit mächtigem Niederschlage, bei Ungunst der Verhältnisse selbst gewöhnliche Schnee- oder Regenwässer reichen hin, die Tauglichkeit der Erdgefährte durch Einreißen und Verschotterung derselben oft in einem Umfange zu beeinträchtigen, daß kostspielige Ausbesserungen nothwendig werden.

Vorherrschend wird die Holzlieferung in Erdgefährten nur in jenen Fällen mit besonderem Vortheile angewendet, in welchen größere Flächen kahl abgetrieben worden sind. Die gewonnenen Hölzer werden sodann über die Schlagfläche zu den natürlichen Rinnen oder Mulden gezogen, gewälgt oder gestreift und in dieselben mit Anwendung von Kraft eingeführt, „eingekehrt“. In solchen Rinnen oder Erdgefährten gleiten die Hölzer mit oder ohne Unterbrechung bis an den Fuß des Berghanges, auf die Lagerplätze oder zu den Triftbächen.

Unstreitig ist diese Art der Holzlieferung bei sonst günstigem Stande der Dinge eine billige und einfache Methode des Holztransportes. Birgt sie aber nicht Nachtheile für unsere Gebirgsböden in sich? Gewiß, denn die Ablieferung der Hölzer in natürlichen Erdgefährten ohne eine künstliche Schutzvorrichtung ist die häufigste Grundursache, daß sich derartige Rinnen mit der Zeit zu tiefen Gräben und schließlich zu Wildbächen heranbilden.

Da ein selbstthätiges Gleiten der Hölzer zunächst in der Richtung des stärksten Falles vor sich geht, so werden selbstverständlich die vorhandenen Mulden und sonstigen Einschnitte innerhalb der Berglehnen dieser Art des Holztransportes in erster Linie dienstbar gemacht.

Sowohl die localen Absatzverhältnisse, als auch die Gestaltung des Terrains innerhalb der Lieferungsstrecke erheischen die Abbringung der Hölzer in mannigfacher Form; so werden beispielsweise Brennhölzer in Scheitern oder 1—2 m langen Rundholz-

stücken, Nutzhölzer in verschiedenen Längen, ja selbst in ganzen Stämmen und leider vorwiegend zu einer Zeit abgeliefert, wo der Boden noch nicht von jener mächtigen Schneelage bedeckt ist, die ihn gegen alle Beschädigungen der niedergleitenden Hölzer in genügender Weise schützen könnte. In manchen Oertlichkeiten wird das Abpürschen der Hölzer fast ausschließlich im Sommer und an Berglehnen mit mäßiger Steigung wegen des besseren Gleitens sogar zur Zeit einer nassen Witterung vorgenommen. Es liegt nun auf der Hand, daß in derlei Hängen der sonst feste Boden durch die niedergleitenden Hölzer aufgerissen wird, und daß die Mulden mit der Zeit zu förmlichen Gräben ausgestoßen werden müssen, in welche dann die Regen- und Schneewässer um so lieber zusammenfließen.

Zahlreiche Wildbäche, Erdrisse, Muränen und Erdlawinen sind in ihrer Grund- und Entstehungsursache zum guten Theile auf die Beschädigungen der Gebirgsböden durch Ablieferung der Hölzer in Erdgefährten zurückzuführen. Es sind daher diese unbestreitbar ein Herd von Murgängen, indem der Boden durch die niedergleitenden schweren Hölzer oft in ausgedehntem Maße verwundet und seiner natürlichen Decke entblößt wird, welche schlimmen Folgen um so fühlbarer werden müssen, je geringer der Widerstand ist, den der Boden solchen mechanischen Einwirkungen entgegenzusetzen vermag. Der Grad der Verwundung des Bodens und der hieraus bleibend sich ergebenden Folgen hängt übrigens nicht ausschließlich von dessen jeweiliger Beschaffenheit, beziehungsweise von dessen Widerstandsfähigkeit, sondern auch von der Menge und Schwere des durch die Erdgefährte herabgelassenen Holzes und weiters von der Höhe ab, von welcher dieses niedergleitet. Das in den ausgestoßenen Löchern und entstandenen Rissen sich ansammelnde Regenwasser bildet auf der ganzen verwundeten Fläche ebensoviele Seen und Lachen, welche bei anhaltendem Regen oder zur Zeit der Schneeschmelze endlich die lockeren, sie einschließenden Erdwälle durchbrechen, gewaltsam in die Tiefe ablaufen und so das Erdreich mit sich reißen.

Die wunden Stellen in einem Erdgefährte greifen selbstverständlich immer weiter um sich, das durch dieselben bei starkem und andauerndem Regen abfließende Wasser breitet sich immer mehr und mehr aus, nimmt den angrenzenden, noch berasten und gesunden Bodenüberzug mit sich, und endlich ist die ganze Fläche bis auf das darunter befindliche Steingerölle oder den etwa leicht verwitterbaren Felsen ohne Schutz, welches bloßgelegte Gerölle sodann bei der geringsten Veranlassung in das Thal hinabstürzt und die schädlichen Murgänge vollendet.

Die Beweise für diese Behauptung liegen Jedem vor Augen, der sich die Mühe nehmen will, die Folgen einer Holzablieferung in Erdgefährten der näheren Prüfung zu unterziehen. Gleich nachtheilige Folgen sind auch in dem Falle zu gewärtigen, wenn bereits bestehende Gräben für den Zweck der Holzablieferung benützt werden. Die Folgen einer solchen, wenn am Ende auch vorübergehenden Verwendung äußern sich in partiellen, unter Umständen selbst in weitgreifenden Lockerungen der im Bachbette gelagerten Steine oder Felstrümmer, in Verwundungen der seitlichen Begrenzungen des Bachbettes und in Störungen des Wasserabflusses, in Anstauungen und Durchbrüchen. Selbst auch dann, wenn man von den directen Verwundungen des Bachbettes ganz und gar absehen will, genügen die von der Lieferung trotz aller Sorgfalt zurückgebliebenen Holztrümmer, welche bei einem eintretenden Hochwasser natürlich gehoben und nach der Tiefe gerissen werden, um Stopfungen und plötzliche Durchbrüche zu veranlassen, wodurch sich die im Bachbette bereits begonnenen Zerstörungen im ausgedehnten Maße vergrößern müssen.

Die Umwandlungen der vom Holztransporte aufgerissenen und verwundeten Erdgefährte zu Gräben und Wildbächen werden sich um so rascher und sichtbarer vollziehen, wenn derartige Rinnen oder Gräben innerhalb ausgedehnter Kahlschläge liegen, deren Wiederverjüngung aus vielfachen Gründen nicht schnell genug in's Werk gesetzt werden kann, oder wo thatsächliche Aufforstungsversuche an elementaren Hindernissen mehrfach scheitern, ehe ein durchschlagender und bleibender Erfolg erzielt werden kann. Nicht unbedeutend ist auch noch jener Schaden, den das Erdgefährten von Hölzern in Licht-, Plänter- und Durchforstschlägen an den stehen bleibenden Hölzern verursacht. Wird die Ablieferung, wie das leider noch häufig geschieht, nicht an bestimmte Erdgefährte gebunden, sondern planlos auf der ganzen Fläche vorgenommen, so müssen die rückbleibenden Hölzer beschädigt werden. Ist ja doch selbst dann, wenn das Abbringen der Hölzer nur auf einzelne Erdgefährte beschränkt wird, eine Beschädigung der Randbäume, ja selbst solcher im Bestande, durch das kaum zu umgehende Ausspringen einzelner Stämme nicht leicht zu vermeiden.

§. 11. Die Nachtheile der Holzabbringung in Erdgefährten.

Die Art der Holzlieferung in Erdgefährten äußert sich auch noch in anderer Weise, und können wir im Großen und Ganzen die wesentlichsten Nachtheile dieser speciellen Holzlieferungsmethode in nachfolgende Punkte zusammenfassen:

1. Quantitätsverlust.

In den besten Gefährten und selbst bei Benützung der günstigen Zeitverhältnisse erleiden die Hölzer eine Einbuße an der brauchbaren Masse durch Absprengen und Abstoßen der Rinde und des Holzkörpers. Dieser Verlust muß um so größer werden, je steiler und steiniger die Gleitbahn des Erdgefährtes wird, und je weniger der nachtheilige Einfluß von Gefällsbrüchen und Absätzen innerhalb des Längenprofils durch zweckmäßig ausgeführte Einbauten paralysirt worden ist.

Selbst unter den gewöhnlichen Verhältnissen schwankt der Quantitätsverlust schon zwischen 5—15%, erreicht jedoch nach Umständen auch eine ungleich höhere Ziffer, welche sich sogar, im Falle das Holz innerhalb einer Lieferstrecke über hohe und senkrecht abfallende Felswände abzustürzen gezwungen ist, bis zu 50% steigern kann.

2. Qualitätsverlust.

Viel bedeutender und fühlbarer ist indeß der Verlust, den namentlich die unterschiedlichen Nutzhölzer durch ihre Ablieferung in Erdgefährten in Ansehung der Qualität zu erleiden haben. In ungünstigen Gefährten mit einer rauhen, felsigen und steilen Gleitbahn ist das Abliefern von Nutzhölzern durch selbstthätiges Gleiten geradezu unmöglich und könnte im äußersten Falle mit einem zufriedenstellenden Erfolge nur in der Weise bewerkstelligt werden, daß die Hölzer, an Seilen hängend, langsam und vorsichtig abgelassen werden. Der Verlust, den die Hölzer durch die Ablieferung in Erdgefährten sowohl an ihrer Quantität als Qualität erleiden, bildet einen der wesentlichsten Nachtheile dieser Liefermethode.

3. Beschädigung von stehen bleibenden Bäumen.

Die Beschädigungen an stehen bleibenden Bäumen durch ein planloses Erdgefährten in einem Bestande oder durch einen solchen können unter Umständen solche Dimensionen

annehmen, daß hiedurch eine geplante Wirthschaftsmaßregel um einen wesentlichen Theil des beabsichtigten Erfolges gebracht wird, ja es kann zu guter Letzt der hieraus erwachsene Nachtheil sich weit größer als der mit der ganzen Bringungsmethode erreichte Nutzen herausstellen. Dieser letztere Fall kann namentlich in Besamungs- und Säuberungshieben und in Durchforstungen leicht eintreten, wenn beispielsweise die Hölzer vom Aufbereitungsorte sofort durch ein selbstthätiges Abgleiten geliefert werden sollen. Im Hochgebirge ist es schon bei dem Aufbereiten der Hölzer an den steilen und schroffen Berghängen nicht ganz zu umgehen, daß Stämme oder Stammtheile trotz aller Vorsicht während der Aufbereitung in Bewegung gerathen und dadurch zahlreiche Stämme beschädigen. Dieses Vorkommniß und die in Folge der Steinschläge verursachten Schäden summiren sich im Gebirge zu einer namhaften Größe, so daß Alles vermieden werden muß, was selbe allenfalls noch erhöhen könnte, indem sonst unter Umständen sogar das Fortbestehen mancher Bestände in Frage kommen könnte.

Schließlich ist es selbst dort, wo ausgesprochene Gräben oder tief eingeschnittene Mulden für den Holztransport durch selbstthätiges Gleiten verwendet werden, trotz aller Maßnahmen kaum zu vermeiden, daß hie und da Hölzer aus dem Gefährte ausspringen und sodann Stämme der angrenzenden Bestände beschädigen.

4. Nachtheilige Wirkung auf den Boden.

Unbestritten wird der Boden durch das Erdgefährten in Mitleidenschaft gezogen, und ebenso liegt es auf der Hand, daß jene nachtheiligen Wirkungen in ganz besonderem Grade fühlbar werden müssen:

a) wenn auf einem Gefährte große Holzmassen zur Ablieferung kommen;
b) wenn ein Erdgefährte öfter und durch eine lang andauernde Zeit in Anspruch genommen wird;
c) wenn ganze Stämme oder Stammstücke geliefert werden sollen;
d) wenn das Abliefern zu einer Zeit vorgenommen wird, in welcher der Boden dem mechanisch zerstörenden Einflusse der niedergleitenden Hölzer den geringsten Widerstand entgegenzusetzen vermag;
e) wenn das Gefährte ein starkes Gefälle besitzt, so daß die Hölzer mit einem größeren Grade von Geschwindigkeit und gleichzeitig auch mit einem größeren Aufwande von Kraft niedergleiten;
f) wenn innerhalb der Gleitstrecke kleine Abstürze vorkommen, welche ein Springen der Hölzer veranlassen, wodurch der Boden an einzelnen Stellen wenigstens in höherem Maße angegriffen wird;
g) wenn das Gefährte in einem leicht zerstörbaren Boden eingebettet ruht;
h) wenn in einem Gefährte zu gewissen Zeiten eine größere Masse von Wasser ihren Abfluß nehmen muß;
i) wenn das Erdgefährte über einen Hang führt, welcher dem Rutschterrain angehört;
k) wenn das Gefährte in einer kahl abgetriebenen Fläche liegt, und wenn dessen Hänge des Schutzes einer Beschirmung entbehren müssen, und
l) wenn in einem Gefährte keinerlei Versicherungen der Gleitbahn, beziehungsweise des Bodens durch Einbauung von Holzdielungen und Wandverschalungen vorgenommen worden sind.

Aus dem Vorstehenden läßt sich nunmehr der Schluß ableiten, daß das Abliefern von Hölzern in natürlichen Rinnen oder Erdgefährten nur zulässig sei:

a) bei minder werthvollen Hölzern, d. i. zunächst bei dem Brennholze;
b) wenn Hölzer in kurzen und schwachen Stücken, beispielsweise in Form von Scheitern, zur Ablieferung kommen sollen;
c) wo die Anlage eines Zugweges oder einer Holz- und Wegriese wegen ungünstiger Terrainverhältnisse nur mit großen Schwierigkeiten und einem unverhältnißmäßigen Aufwande an Kosten durchführbar wäre;
d) in Kahlschlägen, in Lichtschlägen und Durchforstungen, jedoch nur in tief eingeschnittenen Erdgefährten, wo ein Ausspringen der abgleitenden Hölzer mit Grund nicht zu befürchten steht;

e) bei tiefer Schneelage oder zu einer Zeit, wo der Boden in einer ziemlich mächtigen Schichte gefroren ist;

f) im Sommer nur in festen und felsigen Gleitbahnen oder in solchen Erdgefährten, deren Sohle und seitliche Begrenzung durch entsprechende Einbauten gegen Beschädigungen in ausreichendem Maße geschützt worden ist.

Dagegen soll das Abliefern durch selbstthätiges Gleiten in Erdgefährten gänzlich unterbleiben:

a) bei schwerem, langem und werthvollem Holze;

b) in bereits wundem und leicht zerstörbarem Boden;

c) in Lagen, die zur Abrutschung hinneigen;

d) in Gräben, die bereits Wildbäche sind oder alle Vorbedingungen an sich tragen, solche zu werden;

e) in Gefährten, wo die Hölzer voraussichtlich eine bedeutende Einbuße an Quantität und Qualität erleiden müssen, und

f) in Beständen außerhalb bestimmt ausgesprochener und tief eingeschnittener Rinnen oder Gefährte.

Herrscht strenge Kälte, so darf ja ohnedies in einem steilen Erdgefährte durch selbstthätiges Gleiten weder Bau- noch Nutzholz geliefert werden, und zwar aus dem Grunde nicht, weil gefrorenes Holz bei dem Anrennen und Anprallen an die zahlreichen Hindernisse der Gleitbahn leicht zersplittert.

Auch läßt sich der Kostenaufwand, den das Abliefern in Erdgefährten unter allen Umständen erheischt, keineswegs in dem Maße günstig an, daß man darin einen derart ausschlaggebenden Grund erblicken müßte, um sich ohne weitere Erwägung und eingehende Berechnungen über die zahlreichen Nachtheile dieser Bringungsmethode hinwegzusetzen. In gewissen Lagen kann sogar der Kostenaufwand hiebei jenen des Schlittenzuges erreichen, wenn er ihn nicht etwa gar übersteigt.

§. 12. Die Vortheile der Holzlieferung in Erdgefährten.

Eigentlich sind es nur zwei günstige Momente, welche für die Ablieferung der Hölzer in Erdgefährten sprechen. Das eine davon ist in der Einfachheit des gesammten Lieferganges, das andere in dem Umstande gelegen, daß es hiebei keiner kostspieligen und technisch schwierigen Lieferungsanstalt bedarf.

Jene Einfachheit eben und die Entbehrlichkeit eines Anlagecapitales mögen die bestechende Veranlassung gewesen sein, daß die in Rede stehende primitive Art der Holzlieferung im Hochgebirge in so ausgedehntem Maße in Aufnahme kommen konnte und selbst dort noch, wo der Betrieb eine intensivere Form angenommen und die Hölzer einen hohen Werth erreicht haben, ab und zu den rationelleren Lieferungsarten vorgezogen wird.

§. 13. Darstellung jener Momente, welche die Holzlieferung in Erdgefährten beeinflussen können.

Wenn wir das eigentliche Wesen der Holzlieferung in natürlichen oder künstlich angelegten Erdgefährten, also in Gräben, Rinnen, Mulden, Lawinenzügen u. dgl., wie es in dem selbstthätigen Niedergleiten der Hölzer sich darstellt, einer genauen Prüfung, und zwar nach jeder Seite hin, unterziehen, so kommen wir zu dem Ergebnisse, daß der Arbeitsaufwand zunächst von nachstehenden Factoren beeinflußt werde:

1. Von dem Gefälle der Liefer- oder Gleitstrecke.

Von dem Gefälle der Gleitrinne oder des Erdgefährtes wird es zunächst abhängen, ob das Holz schon durch ein einmaliges Einführen in die Lieferstrecke darin bis zum

Verleerorte selbstthätig niedergleiten kann, oder ob dasselbe wiederholt in Bewegung gesetzt werden muß. Selbstverständlich gestaltet sich der durchschnittliche Leistungserfolg in dem Verhältnisse ungünstiger, je öfter und je ausgiebiger etwa dem Abgleiten der Hölzer nachgeholfen werden muß. Eine derartige Nachhilfe wird sich aber am häufigsten dort als nothwendig herausstellen, wo innerhalb der Gleitstrecke Stellen mit einem derart unzureichenden Gefälle vorkommen, daß selbst die mit aller Wucht anlangenden Hölzer ab und zu sitzen bleiben und erst durch die Arbeiter in neuerliche Bewegung gesetzt werden müssen.

In Hinsicht einer entsprechenden Vertheilung des Gefälles gilt im Allgemeinen der Grundsatz, daß sich das Liefergeschäft dann am günstigsten abwickeln werde, wenn das Gefährte an der Einkehrstelle das höchste, gegen den Verleerplatz hin das geringste Gefälle besitzt. Das erstere ist erforderlich, damit die Hölzer eine entsprechende Anfangsgeschwindigkeit bekommen, um aufstoßende Hindernisse leichter zu bewältigen; das letztere dagegen ist von entscheidendem Einflusse auf die Art und Größe des Verlustes, den die Hölzer an ihrer Masse und an ihrem Gebrauchswerthe erleiden; denn langen dieselben mit einer zu großen Kraft am Lagerplatze an, so sind Beschädigungen an dem dort bereits vorhandenen Materiale geradezu unvermeidlich. Es wird sich daher in jenen Gefährten, wo das Gefälle nach abwärts in Abnahme begriffen ist, der Quantitäts- und Qualitätscalo in mäßigen, d. i. in den zulässig geringsten Grenzen halten.

Im Großen und Ganzen soll das Gefälle ein gewisses Maß nicht oder doch nur in den äußersten Fällen übersteigen, weil mit dem zunehmenden Gefälle die Hölzer an ihrer Masse und technischen Eignung verlieren. Soll in dieser Richtung noch ein günstiges Resultat erzielt werden, so darf in den Erdgefährten, deren Gefälle im Mittel 50% überschreiten sollte, selbst bei tiefem Schnee Holz nicht mehr geliefert werden.

2. Von der Länge der Lieferstrecke.

Neben dem Gefälle ist die Länge des Gefährtes von großem Einflusse auf den durchschnittlichen Lieferungsaufwand, indem bei einer längeren Lieferstrecke das Holz, selbst in Voraussetzung eines günstigen Gefälles, nicht mehr bis an sein Endziel ununterbrochen zu gleiten vermag. Je länger demnach die Lieferstrecke ist, um so häufiger wird das Holz einer Nachhilfe bedürfen, um an den Verleerplatz zu gelangen, d. h. es wird bei einer ausgedehnten Lieferstrecke einen verhältnißmäßig höheren Aufwand an Arbeit erheischen. Diese Steigerung des Arbeitserfordernisses erfolgt jedoch keineswegs in demselben Verhältnisse, als die Lieferstrecke an Längenausdehnung zunimmt, weil von jenem ein wesentlicher Antheil von der erstmaligen Einführung der Hölzer in die Gleitbahn oder dem sogenannten „Einkehren" in Anspruch genommen wird.

3. Von der Beschaffenheit des Querprofils der Gleitrinne.

Der erforderliche Arbeitsaufwand bei dem Abliefern der Hölzer in Erdgefährten kann bedeutend verzögert und erschwert werden, wenn die niedergleitenden Hölzer die Bahn verlassen und außerhalb dieser, mitunter in namhaften Entfernungen von der Bahntrace, sitzen bleiben. Das Zuziehen und wiederholte Einführen der Hölzer in die Gleitrinne verursacht einen erheblichen Aufwand von Kraft und Zeit, und es gilt daher der Grundsatz, daß sich der durchschnittliche Leistungsaufwand um so günstiger gestalten werde, je tiefer ein Gefährte in den Boden eingeschnitten ist, weil hiedurch ein Ausspringen der Hölzer entweder vermieden, oder doch auf ein ganz geringes Maß eingeschränkt wird.

Es besitzen jedoch die natürlichen Rinnen oder Gefährte nicht immer die wünschenswerthe Tiefe, und muß darum in dieser Hinsicht durch künstlich ausgeführte Seitenbauten wenigstens an jenen Stellen nachgeholfen werden, wo ein Ausspringen der Hölzer am ehesten zu erwarten steht. Durch solche zweckmäßig, d. i. am rechten Orte und in den entsprechenden Dimensionen ausgeführte Einbauungen in Form von Längswehren, Parallelwerken, kann der gesammte Leistungserfolg wesentlich günstiger gestaltet werden.

4. Von der Situation der Gleitstrecke.

Die Situation oder der eigentliche Verlauf der Gleitbahn hat auf den gesammten Liefererfolg insoweit einen bedeutenden Einfluß, als:

a) in einem vielfach gekrümmten oder gewundenen Gefährte die selbstthätig niedergleitenden Hölzer einen höheren Grad von Reibung zu überwinden haben, wodurch die Gleitgeschwindigkeit im Allgemeinen vermindert wird;

b) in Curven die Gefahr des Ausspringens in jenem Falle, wo das Gefährte eine genügende Tiefe nicht besitzt, am größten ist, während in einer tief eingeschnittenen Gleitrinne längere Stammabschnitte stecken bleiben können und dann erst wieder mit einem namhaften Zeit- und Kraftaufwande weitergeliefert werden müssen, und

c) die seitlichen Begrenzungen der Gleitstrecke in Curven dem vollen Anpralle der niedergleitenden Hölzer ausgesetzt sind und daher auch in einem erhöhteren Maße angegriffen und zerstört werden.

Wir finden daher auch in Gräben, die für das selbstthätige Abliefern der Hölzer in einem ausgedehnteren Maße verwendet worden sind, zunächst an den Krümmungsstellen die umfangreichsten Terrainbrüche und Erdabsitzungen. Erdgefährte mit geradem oder nahezu geradem Verlaufe, d. h. Gleitrinnen ohne hervortretende Krümmungen oder Curven, werden dem Geschäfte der Holzbringung am besten zusagen.

5. Von der Beschaffenheit der Oberfläche des Gerinnes.

Es ist einleuchtend, daß das Unternehmen einer Holzlieferung in Erdgefährten mit einem um so günstigeren Erfolge abschließen wird, je schneller und unbehinderter die Hölzer den Verleerplätzen zueilen können. Eine rauhe und steinige Gleitbahn wird daher, nachdem sie den niedergleitenden Hölzern vielfache Hindernisse entgegenstellt, den erforderlichen Arbeitsaufwand wesentlich vermehren und auch nicht ohne fühlbaren Einfluß auf den Quantitäts- und Qualitätsverlust bleiben können. In glatten Bahnen haben die Hölzer einen geringeren Grad von Reibung zu überwinden und können daher mit einer um so beschleunigteren Geschwindigkeit ihrem Ziele zustreben. Nachdem jedoch die Glätte einer Bahn zum Theile auch durch äußere Umstände bedingt wird, so ist es nur erklärlich, wenn in einem und demselben Gefährte mitunter ein verschiedener Erfolg erzielt wird.

6. Von der sonstigen Beschaffenheit der Gleitbahn.

Es ist für den durchschnittlichen Leistungsaufwand von entscheidender Bedeutung, ob die Gleitbahn eines Erdgefährtes in ihrer natürlichen Beschaffenheit verblieben, oder ob dieselbe durch theilweise Einbauungen praktikabler gemacht worden ist. Es genügt zur Hebung des durchschnittlichen Leistungsaufwandes, wenn beispielsweise kleine Felsabstürze oder nachtheilige Gefällsübergänge in einem Gerinne durch Einfügung eines kurzen Holzbaues unschädlich gemacht oder solche Stellen in entsprechender Weise, d. h. durch Abwehren und Parallelbauten versichert werden, an denen die Hölzer bei ihrem Niedergleiten, einer mehr natürlichen Richtung folgend, die Bahn gerne verlassen, und endlich wenn in einem sehr rauhen und steinigen Gerinne das Gleitvermögen der Hölzer durch eingefügte Quer-

oder Längsdielungen aus Holz erhöht wird. Sind wir daher durch örtliche Verhältnisse oder anderweitige Gründe gezwungen, natürliche Rinnen für den Holztransport dauernd zu benützen, so liegt es im Interesse des Gesammterfolges, derartige Gleitbahnen in zweckmäßiger und praktischer Weise durch Einbauungen zu verbessern. Diese vermindern den nachtheiligen Einfluß, welchen die Erdgefährte auf den Boden und die abzuliefernden Hölzer ausüben, ja können sogar, wenn sie sonst in einem zureichenden Maße ausgeführt werden, jenen ganz und gar beseitigen. Wir finden daher auch im wohlverstandenen Interesse derlei ständige Erdgefährte theilweise mit Holz ausgekleidet und verbaut und damit den Uebergang zu den Weg- und Holzriesen angebahnt.

7. Von der Beschaffenheit des Holzes.

Lange und schwere Hölzer werden in einem Erdgefährte schon in Folge ihres größeren Gewichtes schneller und mit weniger Unterbrechungen niedergleiten als schwache und kurze. Desgleichen übt auch die Berindung der Hölzer auf deren Gleitvermögen einen Einfluß aus, und es werden sich beispielsweise frisch entrindete Hölzer mit dem geringsten Aufwande an Arbeit in einem Gefährte abliefern lassen. Ganze Stämme oder stärkere Stammstücke — Schnittbloche — werden zum Zwecke der Hebung des Gleitvermögens für den Transport in Erdgefährten eigens hergerichtet, d. h. an den Stirnflächen abgekantet, und zwar die ganzen Stämme am Stammabschnitte, Bloche oder Stammausschnitte dagegen an den beiden Stirnseiten. Stämme oder Stammstücke, welche auf die vorgeschriebene Art für den Transport in einem Erdgefährte vorgerichtet, d. i. in entsprechender Weise abgekantet oder „gespranzt" worden sind, werden bei ihrem selbstthätigen Niedergleiten die Oberfläche der Gleitbahn in einem nur untergeordneten Maße aufwühlen, ein Umstand, der wieder wesentlich zur Förderung des Gleitvermögens und zur Erhaltung der Gleitstrecke beiträgt.

Nachdem lange und schwere Hölzer besser gleiten und die in einem Erdgefährte vorhandenen kleinen Hindernisse leichter überwinden, als kürzere und geringere, so wird das Abliefern ganzer Stämme oder größerer Stammstücke unter gewissen Voraussetzungen einen sichereren Erfolg gewähren, als die Ablieferung von kurzen Brenn- oder Nutzhölzern, wenn sonst das Zuschaffen und Einführen der ersteren in das Gefährte mit Rücksicht auf die obwaltenden Terrainschwierigkeiten nicht einen unverhältnißmäßigen Aufwand erheischen sollte.

Immerhin wird zu erwägen sein, welche Form, beziehungsweise welche Länge den Hölzern unter bestimmten Verhältnissen gegeben werden solle, damit das Arbeitserforderniß bei der Ablieferung in Erdgefährten durch selbstthätiges Gleiten ein möglichst günstiges Ergebniß gewähre.

8. Von der Beschaffenheit der Witterung während des Lieferbetriebes.

Von der Beschaffenheit der Witterung hängt der Zustand der Gleitrinne und auch jener des Holzes ab.

Im Winter, bei glatter und gefrorener Bahn und mit beeistem Holze, wird selbstverständlich der Arbeitsaufwand sich am günstigsten gestalten. Wird im Sommer geliefert, so ist nasses Wetter dem trockenen vorzuziehen, weil die nassen und somit leicht beweglichen Hölzer in dem schlüpfrigen Erdgefährte schneller niedergleiten. Dieser letztere, für die Ablieferung freilich sehr günstige Umstand wird leider nur zu oft zum Nachtheile der Böden ausgenützt.

9. Von der Art und Beschaffenheit des Verleerplatzes.

Die Beschaffenheit des Verleerplatzes mit Rücksicht auf dessen allgemeine Lage zum Erdgefährte und auf die Raumverhältnisse kann unter Umständen den Arbeitsaufwand wesentlich vermehren, wenn bei dieser Liefermethode, was denn doch füglich vorausgesetzt werden darf, die möglichste Verminderung eines Quantitäts- und Qualitätscalos angestrebt wird. Ein beengter Verleerplatz erheischt mehrmalige Unterbrechung des gesammten Liefergeschäftes, eine zeitweilige Räumung desselben, und da sich folgerichtig auf einem kleinen Raume die ankommenden Hölzer zu größeren Haufen sammeln müssen, so ist auch deren Weiterschaffung und allfällige Sortirung mit einem größeren Aufwande von Zeit und Mühe verbunden. Der Verleerplatz muß daher nicht nur eine genügende räumliche Ausdehnung, sondern auch entsprechende Längen- und Breitendimensionen besitzen, damit die ankommenden Hölzer unbehindert gelagert oder weiter geliefert werden können.

10. Von der speciellen Art und Weise der thatsächlichen Ablieferung.

Treffen beispielsweise viele Stämme oder Stammstücke während einer Fahrt in einem Erdgefährte zusammen, so läßt sich die Weiterlieferung derselben dadurch erleichtern, daß aus ihnen eine Art Gleitbahn * hergestellt wird, über welche man die Hölzer niedergehen läßt. Da nun diese immer nur bis an das Ende der provisorischen Holzbahn rutschen werden, so muß diese Bahn folgerichtig sich von selbst insolange erneuern und fortsetzen, bis das letzte Stück auf dem Verleerplatze angelangt ist. Damit kann unter Umständen ein weit günstigerer Leistungsaufwand erzielt werden, als wenn sich die Hölzer bei ihrem Niedergleiten nur ausschließlich auf der mehr oder minder rauhen Bahn eines natürlichen Erdgefährtes bewegen müssen, wobei sie einen unverhältnißmäßigen Reibungswiderstand zu überwinden haben.

Zu den günstigen Formen einer Ablieferung der Hölzer in Erdgefährten gehört auch die in gewissen Oertlichkeiten zulässige Benützung der jährlich niedergehenden Lawinen. Daselbst werden die Hölzer im Herbste oder nach dem ersten Schneefalle zugestreift oder mit Anwendung von Schlitten zugeführt und im Lawinenzuge abgelagert, wobei es sodann der Lawine überlassen bleibt, bei ihrem Niedergange die Hölzer mit in die Tiefe hinunter zu nehmen. Selbstverständlich wird hiedurch die Wirkung der Lawine wesentlich erhöht, und es sind alle hierauf bezugnehmenden Möglichkeiten wohl zu erwägen, damit nicht etwa der Gewinn, der durch eine erleichterte Ablieferung der Hölzer erzielt werden könnte, auf einer anderen Seite mehrfach verloren gehe.

11. Von der Lage der Hölzer zu dem Munde oder der Ankehr des Erdgefährtes.

Sollen ganze Stämme oder längere Stammstücke in einem Erdgefährte abgelassen werden, und ist bei deren Fällung oder Beifuhr nicht auf eine entsprechende Lagerung Bedacht genommen worden, so daß sie vor der Einführung in das Gefährte gewendet werden müssen, so kann auf diese Weise der gesammte Arbeitsaufwand wesentlich erhöht werden. Um diese Eventualität zu vermeiden, muß schon bei der Gewinnung auf eine entsprechende Fallrichtung der einzelnen Stämme Bedacht genommen werden, wenn sie nachträglich im ganzen Zustande oder in langen Ausschnitten in Erdgefährten abgeliefert werden sollen.

---

* Tafelwerke.

12. Von der Art der Einführung der Hölzer in die Ankehr oder das Mundstück des Erdgefährtes.

Je größer die Kraftäußerung ist, mit welcher die Hölzer in das Erdgefährte eingeführt werden können, um so leichter werden sie kleine Hindernisse innerhalb der Gleitbahn, sowie den Widerstand der Reibung bewältigen und möglicherweise die gesammte Länge des Erdgefährtes ohne Unterbrechung zurücklegen. So wird beispielsweise der günstigste Leistungsaufwand dann zu erzielen sein, wenn die Hölzer auf einer Holz- oder Wegriese an das Erdgefährte gelangen und in dieses mit einer namhaften Gleitgeschwindigkeit eintreten können. Müssen dagegen die Hölzer an die Einkehr zugestreift oder mit Schlitten zugeführt werden, und kann ihnen durch Menschenkraft nur eine geringe Anfangsgeschwindigkeit gegeben werden, so wird auch der Leistungserfolg dem entsprechend ein geringerer werden.

13. Von der Vertrautheit und Gewandtheit der Arbeiterschaft mit dieser speciellen Lieferungsmethode und von der Art ihrer Führung und fachlichen Anleitung.

Nicht allein bei dem Holzabliefern in Erdgefährten, sondern bei allen Methoden der Holzbringung spielt die Gewandtheit der Holzknechte, namentlich aber der Umstand eine sehr wichtige Rolle, ob und in welchem Grade die Arbeiterschaft mit dem Wesen einer Lieferungsmethode vertraut ist. Speciell bei dem Abbringen der Hölzer in natürlichen Rinnen kommt es sehr darauf an, ob die Arbeiter alle Vortheile des Terrains in vollem Maße auszunützen verstehen, und ob sie die rechte Einsicht besitzen, sich unter gegebenen Verhältnissen mit geringen Verbesserungen an der Gleitstrecke Erleichterungen zu verschaffen. Ganz besonders wird die Arbeiterschaft bei dem Abliefern der Hölzer in Erdgefährten einer fachkundigen Führung und Anleitung nicht entbehren können, wenn das Zusammenwirken einer größeren Zahl von Arbeitskräften für sie und den Arbeitsgeber mit einem befriedigenden Erfolge abschließen soll.

Eine tüchtige Schulung und Disciplinirung der Arbeiterschaft, sowie eine umsichtige Leitung derselben ist schon aus dem Grunde geboten, weil die geringste Unvorsichtigkeit oder ein planloses Eingreifen das Leben oder die Gesundheit der Arbeiter gefährden kann. Die größte Zahl von Unglücksfällen ereignet sich bei dem Abbringen der Hölzer aus den Schlägen nach den Erdgefährten und in dieselben, und es soll daher dieses Geschäft auf keinen Fall unkundigen oder ungeübten Händen vertraut werden.

14. Von der Menge des abzuliefernden Holzes.

Es liegt auf der Hand, daß bei der Ablieferung größerer Holzmassen der Uebernehmer der Lieferung günstigere Anbote stellen wird, weil er unter solchen Verhältnissen Maßnahmen treffen kann, die zur Erleichterung des Liefergeschäftes wesentlich beitragen.

15. Von der Art der Unterbringung der Arbeiterschaft.

Damit das Holzabliefern in den oft weit entlegenen Gebirgswaldungen in einem ununterbrochenen Fortgange erhalten werden könne, müssen in der Nähe der Holzbringungsorte in geschützter und auch vor Elementarzufällen gesicherter Lage, wo zudem auch das nöthige Trinkwasser allenfalls zu haben ist, je nach dem Bedürfnisse mehr oder minder fest construirte Gebäude — Holzknechtstuben — errichtet werden, in denen sich

die Holzknechte ihre Nahrung kochen, übernachten, endlich ihre Werkzeuge und Lebensmittel bergen können.

Da nun die Arbeiter jenen Zeitaufwand, den sie für das Ab- und Zugehen aus den Unterkunftshütten zu den Arbeitsplätzen benöthigen, in die tägliche Arbeitsdauer einrechnen, so hängt selbstverständlich der durchschnittliche Arbeitserfolg auch mit von der Entlegenheit der Unterkunftsorte von den Arbeitsplätzen ab.

§. 14. Berechnung des Arbeitserfordernisses bei der Ablieferung der Hölzer in Erdgefährten durch selbstthätiges Gleiten.

Wir haben gesehen, daß das Abliefern der Hölzer in Erdgefährten, beziehungsweise der hiezu erforderliche Arbeitsaufwand im Allgemeinen davon abhängt, ob das Gefälle, das Längen- und Querprofil und die Beschaffenheit der Oberfläche allen Anforderungen entspricht, welche Länge die Bahnstrecke und welche Beschaffenheit das zur Abbringung bestimmte Holz besitzt, ob für die Lieferung der richtige Zeitpunkt gewählt wurde, wie der Verleerplatz beschaffen ist und wie die Art der Einführung der Hölzer in das Erdgefährte stattfindet, ob die Hölzer entsprechend gelagert sind, wie und durch was für eine Arbeiterschaft dieselben abgeliefert werden sollen. Es ist das eine ansehnliche Anzahl von Fällen, die noch weiters durch mancherlei untergeordnete Momente, die rein localen Verhältnissen entspringen können, in mehr oder minder hohem Grade beeinflußt werden; es ist daher auch erklärlich, daß der Leistungsaufwand bei den Erdgefährten zwischen weiten Grenzen schwanken muß.

Die beigefügten Tabellen III, IV, V und VI enthalten den durchschnittlichen Aufwand der Arbeit bei dem Abliefern der unterschiedlichen Hölzer in natürlichen Erdgefährten durch selbstthätiges Gleiten, und zwar je nach der ortsüblichen Entlohnung per Stück oder Raumgehalt, worin aber gleichzeitig eine theilweise Erhaltung und Herstellung, beziehungsweise Verbesserung der bestehenden Erdgefährte mit inbegriffen ist.

§. 15. Das Seilen der Hölzer.

Unter dem Seilen der Hölzer verstehen wir das langsame Ablassen oder Erdgefährten der Hölzer an einem Hängseile. Das Seilen wird angewendet, wenn lange und schwere Hölzer über einen steilen Bergabhang oder in einem stark geneigten Erdgefährte thalwärts geliefert werden sollen.

Nachdem diese Art der Holzlieferung selbstredend einen bedeutenden Arbeits- und somit Kostenaufwand beansprucht, so kann sie wohl nur dort zur Anwendung empfohlen werden, wo sehr werthvolle Nutzhölzer den Mehraufwand durch den bedeutend höheren Erlös rechtfertigen.

Das Abseilen erfolgt entweder unmittelbar auf der bloßen Erde oder auf Unterlaghölzern, welch letztere in einem grobsteinigen Gefährte unbedingt anzuwenden sind, und es sollen die Stämme stets mit dem stärkeren Ende voran gleiten, weil sie auf diese Weise sich weniger in den Boden eingraben können, wodurch sowohl der gleitende Stamm, als auch der Boden in einem minderen Grade beschädigt wird. Im Hochgebirge finden wir häufig gerade das Gegentheil, d. h. es werden die abzuseilenden Stämme mit dem schwachen Ende voran abgelassen, und zwar unter der nicht gerechtfertigten Annahme, daß auf diese Weise der Stamm durch das nachdrückende schwere Endstück besser und leichter gleite.

Das Abseilen erfolgt entweder ausschließlich an einem Hängseile ohne weitere Vorrichtungen oder mit Hilfe eines Flaschenzuges. Der abzulassende Stamm wird an seiner Abschnittsfläche in der gleichen Weise abgekantet, als ob er in einem Erdgefährte oder auf einem Rieswege abgelassen werden sollte und sodann an einem Seilhaken oder an einem gewöhnlichen Lotheisen befestigt. Der Seilhaken hat gewöhnlich eine Länge von 60 cm, eine Breite von 8 cm und eine Dicke von 6 cm und ist der stärker gehaltene Kolben mit einem in einem Wirbel beweglichen Ringe versehen, an welch' letzterem das Seil befestigt wird. Das Seil, an dem die Stämme abgelassen werden sollen, wird mehrmals um einen Baumstamm oder um einen künstlich im Boden befestigten Hängstock umgewunden und beim Ablassen nach Bedarf von den Arbeitern gelüftet.

Vortheilhafter ist die Anwendung eines Flaschenzuges, weil bei dieser Manipulation die verwendeten Seile nicht einer so bedeutenden Abnützung als wie beim Seilen am Hängstock unterliegen.

Selbstverständlich sind stehende Stämme, wenn sie als Hängstöcke verwendet werden sollen, gegen Beschädigung derart zu schützen, daß jene Stelle, um welche das Seil geschlungen wird, mit entsprechend breiten Futterhölzern bekleidet wird. Auf eine Entfernung von 300—400 m können fünf Arbeiter bei mittleren Bodenverhältnissen, mit einem 60 m langen und 3—4 cm starken Hanfseil täglich 30—40 Stämme ablassen. Das Seilen erfordert daher pro Stamm einen Aufwand von 0·125—0·166 Tagschicht.

§. 16. Das Holzstürzen.

Das Holzstürzen gehört streng genommen gleichfalls zu der Holzbringung in Erdgefährten; nur ist in diesem Falle die Gleitbahn oder das Erdgefährte eine senkrechte oder nahezu senkrechte Felsenwand, über welche das Holz hinabgestürzt wird. Gewöhnlich wird das Holz bis an die Absturzstelle vorgeliefert und dort an einen vorgelegten Sperrbaum derart gelagert, daß es bei erfolgter Lüftung des letzteren mit einemmale über die Wand nach der Tiefe stürzt. Selbstredend kann und wird diese Art der Holzbringung nur bei einem minderwerthigen Materiale angewendet werden, und das nur an solchen Orten, wo eine andere Art der Ausbringung nur mit unverhältnißmäßigen Kosten und Schwierigkeiten möglich sein würde.

Die hochgelegenen und bewaldeten Plateaux, welche in derjenigen Richtung, in welcher die Hölzer geliefert werden sollen, durch steile Felswände abgeschlossen sind, gestatten keine Wahl, und muß das Stürzen der Hölzer daselbst nothgedrungenerweise angewendet werden, wenn nicht etwa Drahtriesen mit mehr Vortheil anzubringen sind.

Es ist das Stürzen sodann in einer Zeit vorzunehmen, wo das im Thale gelegene Sturzbett mit einer hohen Schneeschichte bedeckt ist, obwohl auch diese bei einer bedeutenden Fallhöhe nur einen geringen Schutz gegen die Beschädigung der Hölzer zu gewähren vermag.

Sowohl das einzelne Abwerfen der Hölzer über eine Wand als auch jenes in größeren Massen wird der „trockene Holzsturz" genannt, zum Unterschiede vom „nassen Sturz", wenn nämlich die Hölzer in einem Triftbache in einen Haufen abgeworfen, dann durch Klauswässer gehoben und nach der Tiefe fortgeführt werden.

II. Capitel: Die Wegrieſen.

§. 17. Das Weſen der Wegrieſen im Allgemeinen.

Wegrieſen oder Rieswege ſind kunſtgerecht angelegte Wege, auf denen die Hölzer in ganzen Stämmen oder längeren Stammabſchnitten durch ſelbſtthätiges Niedergleiten abgeliefert werden. Streng genommen ſind Wegrieſen künſtlich hergeſtellte Erdgefährte mit Holzverbauungen. Sie bilden gewiſſermaßen den Uebergang von den Erdgefährten zu den Holzrieſen und laſſen ſich unter Umſtänden gleichzeitig als Schlagwege (Schlittenzugwege) benützen. Werden bei der Anlage tiefe Terraineinſchnitte mit förmlichen Holzrieſen und einzelne Strecken durch Längsdielungen hergeſtellt, dann nähert ſich der Riesweg mehr und mehr einer Holzrieſe, während er mit einem gewöhnlichen Schlag- oder Schlittenzugweg gleichgehalten werden kann, wenn er ſeinem ganzen Verlaufe nach im natürlichen Terrain geführt wird und ſich die Anwendung von Holz lediglich auf die nothwendigſten Abwehrhölzer beſchränkt.

Selbſtverſtändlich werden die Rieswege den an ſie geſtellten Anforderungen am beſten entſprechen, wenn bei ihrem Bau die Verwendung von Holz auf das zuläſſig geringſte Maß reducirt wird. Auch die Koſten der Anlage und jene der ſtändigen Erhaltung werden nur in dem letzteren Falle ein günſtiges Ergebniß ſicherſtellen.

Wegrieſen eignen ſich beſonders für die Bringung ganzer Stämme ohne Unterſchied der Holzart, vermindern zudem die meiſten Nachtheile der Erdgefährte, ſind weiters in ihrer Anlage und Inſtandhaltung billiger als ganz aus Holz erbaute Rieswerke und nebenbei auch zum Transporte von Brennhölzern, ſchwachen Stangen u. dgl. mittelſt Handſchlitten zu benützen, wenn ſonſt bei der Anlage auf die Vertheilung des Gefälles, auf nothwendige Wegbreite, auf Ueberbauung allfällig dazwiſchen liegender Gräben u. dgl. Bedacht genommen worden iſt.

§. 18. Tracirung und Anlage der Rieswege.

Im Allgemeinen zerfällt ein Riesweg in drei weſentlich von einander verſchiedene Strecken, und zwar:

1. in das Anfangsſtück der Hauptbahn (Riesmund, Einkehr) mit dem ſtärkſten Gefälle und den hiezu gehörigen Veräſtelungen;

2. in die mit wechſelndem Gefälle angelegte Gleitbahn oder Förderungsſtrecke; endlich

3. in das mit möglichſt geringem Gefälle verlaufende Riesende (die Einäſtungsſtrecke in den zunächſt der Thalſohle gelegenen Ablagerungs- oder Verleerplatz, Polterplatz).

Nicht in allen Lagen wird die Anbringung von Rieswegen möglich ſein, wenigſtens nicht mit dem gewünſchten Erfolge und Koſtenaufwande, der für eine billige Lieferung vorausgeſetzt werden muß.

Entſcheidend iſt unter allen Verhältniſſen die Terrain- und Bodenbeſchaffenheit. Felſige Lehnen mit geringer Erdkrumme oder zur Abrutſchung hinneigendem Boden ſchließen von vorneherein jede derartige Anlage aus; weiters ſind noch, jedoch erſt im zweiten Grade, die herrſchenden Neigungsverhältniſſe, die räumliche Ausdehnung des Ablagerungsplatzes (Verleer- oder Polterplatzes), die Art des Weitertransportes, die

Größe der Flächen, von denen das Holz mittelst des anzulegenden Weges geliefert werden soll, deren Bestockung mit werthvollen Nutzhölzern und eine entsprechend anhaltende Nutzungsdauer maßgebend.

Von der richtigen Wahl der Wegtrace sind die Güte und Brauchbarkeit des Riesweges, dann die Kosten der Anlage, des Betriebes und der Instandhaltung abhängig.

Im Allgemeinen ist Folgendes zu beachten:

1. Je länger ein Riesweg geführt werden kann, je ausgedehntere Waldstrecken er nämlich durchzieht und je größere Holzmassen auf ihm zur Förderung kommen können, um so günstiger werden sich die Lieferkosten gegenüber den anderen Bringungsweisen stellen. Die Weglänge beeinflußt eben die einmalige Anlage und die späteren Instandhaltungskosten per Einheit nur unwesentlich, wohl aber die jährlichen Betriebskosten selbst.

2. Bestehende alte Wege können, wenn ihre Lage und Gefällsverhältnisse einigermaßen zusagen — und hierin ist die besondere Billigkeit dieser Lieferungsmethode begründet — mit großem Vortheile und oft geringen Reconstructionskosten in eine Rieswեganlage umgewandelt oder in dieselbe einbezogen werden.

3. Der Mund der Riese (Einkehr) ist möglichst nahe der Abtriebsfläche, am zweckentsprechendsten unmittelbar am Schlagsaume anzulegen, damit die Zuschaffung und Einführung der Hölzer in den Riesmund und in die Riesbahn mit den geringsten Kosten und Schwierigkeiten erfolgen kann.

4. Bei der Anlage oder Tracirung eines Rieswեges muß das Ende (Einästung des Rieswեges in die Thalsohle) so gewählt werden, daß einerseits genügender Raum für die Aufnahme einer entsprechenden Menge von Rieshölzern vorhanden ist, andererseits deren Aufbereitung ohne Anstand vorgenommen werden kann.

Die Auffindung eines entsprechend großen Ablage- (Verleer-) Platzes wird in vielen Fällen große Schwierigkeiten bereiten, namentlich in den meist engen, steilen Seitenthälern, also in Ortslagen, wo die Herstellung eines Rieswեges am meisten erwünscht wäre. Unter halbwegs günstigen Bodenverhältnissen kann jedoch ein solcher Raummangel theilweise oder auch ganz behoben werden, wenn die Einmündung des Rieswեges in den Verleerplatz in oder wenigstens zunächst der Thalsohle in mehrere Zweige getheilt und zu vereinzelten Lagerplätzen geführt wird. Beim Betriebe werden dann die herabkommenden Hölzer auf die räumlich getrennten Verleer- oder Ablageplätze gebracht, d. h. gewiesen und muß erforderlichen Falles, um den Betrieb der Riese nicht zu stören, die Aufbereitung der anlangenden Hölzer sofort eingeleitet werden.

Fig. 2 verdeutlicht in großem Maßstabe die Art des Abschlusses der zum Betriebe zeitweilig nicht benützten Wegstränge. Durch Verlegung des Einsatzstückes b können herabkommende Hölzer nach Bedarf in der Hauptbahn A weitergleiten oder in den Seitenarm a gewiesen werden.

5. Das Ende des Rieswեges soll sich an eine Wald- oder Wasserstraße anschließen. Wo thunlich, ist der Anschluß an eine solid ausgebaute Waldstraße vorzuziehen, weil sodann der Absatz ganzer Stämme als Bau- und Nutzhölzer in einem intensiveren Maße eingeleitet werden kann, wodurch erst der Werth des Rieswեges zur eigentlichen vollen Geltung kommen wird, es wäre denn, daß auch die Wasserstraße für den Transport ganzer Stämme sich als praktikabel erweisen sollte.

6. Die Weganlage kann auch in gewundenen Linien erfolgen, und sind Curven bis zu einem Halbmesser von 30—40 m unter der Voraussetzung zulässig, daß solche scharfe Wegcurven nur in starkem Gefälle angelegt werden, weil sonst an derartigen

Stellen die abzuriesenden Hölzer gar zu leicht sitzen bleiben. Scharfe, widersinnige Curven oder Curven gegen eine Berglehne sind zu vermeiden und letztere Strecken, wenn sie nicht umgangen werden können, mit Holz (Holzriese) zu überbauen.

Unter manchen Verhältnissen kann der Hauptbedingung einer Rieswerganlage, welche in der thunlichsten Streckung, d. i. im möglichst geraden Verlaufe derselben besteht, nicht Rechnung getragen werden, und ist man gezwungen, um einen bestimmt gegebenen oder einen ausnahmsweise sehr günstig gelegenen Verleer- oder Polterplatz zu erreichen, innerhalb der Rieswegtrace eine Kehre oder einen Widergang anzulegen. In einem steilen und engen Thale ist aber die Anlage einer Bogenlinie mit bedeutendem Radius, wie das bei einem Rieswege unerläßlich ist, unmöglich, und würde selbst im günstigen Terrain eine Kehre in Form eines Bogens einen namhaften Aufwand an Arbeit und Kosten erfordern. Im Schwarzwalde* werden Kehren unter einem sehr spitzen Winkel angelegt. Der niedergleitende Stamm wird durch einen Einbau an der Kehre zum Stehen und selbstthätigen Einrollen in die untere Wegtrace veranlaßt. Kurz vor dem Wehr erhält der obere Wegstrang ein kleines Gegengefälle, damit die Stämme mit mäßiger Geschwindigkeit und Kraft an dem Wehr anlangen, und eine thalwärts gegen die Wegfortsetzung geneigte Wegkrone, wodurch eben das selbstthätige Einrollen der Stammstücke ermöglicht wird. Das Wehr wird aus aufeinander gelagerten Stammstücken, die allenfalls durch Holznägel unter sich verbunden werden und ihren Halt durch schiefe, gut verstrebte Säulen erlangen, in der erforderlichen Höhe von 1—2 m hergestellt. Die zu den Wehren verwendeten Stämme werden wie die Abwehr- oder Sattelhölzer nach beendeter Riesung längs des Riesweges nachgeliefert. Auf dem Einkehrplatze müssen die Hölzer jedoch mit dem schwachen Ende voran eingelassen werden, damit sie einerseits an der Kehre in die Wegfortsetzung leichter einrollen, andererseits die weitere Strecke des Rieswegs anstandslos passiren können.

Rieswege mit einer derartigen Kehre gestatten zwar nicht das Abliefern ganzer Baumstämme, immerhin aber die Förderung ziemlich langer Stammabschnitte und können somit allerorts mit Vortheil angewendet werden, wenn das Abliefern der Gipfelstücke oder des Brennholzes mittelst Schlittenzuges auf demselben Wege entweder vor oder nach der Nutzholzauslieferung bewerkstelligt werden kann.

Wo allenfalls nur Klotzholz von 4—8 m Länge abgeliefert wird, können auch mehrere Kehren angelegt werden, während für längere Stücke die Anlage nur einer Kehre zulässig ist. Selbstverständlich müssen bei derartigen Kehren Hüter den Betrieb überwachen, um das „Sitzenbleiben" des einen oder anderen Riesholzes zu verhindern, beziehungsweise dessen sofortige Einführung in die Wegfortsetzung veranlassen zu können.

7. Im Allgemeinen sollen die Steigungen bei einem regelmäßig angelegten Rieswege so vertheilt werden, daß dem Anfangsstück, oder der Einkehr das stärkste Gefälle (nicht unter 15—20%), dem Ende — der Einmündung in den Verleerplatz — das geringste (zwischen 0—5%) gegeben wird. Die Länge der mit einem geringeren Gefälle zu führenden Endstrecke läßt sich ziffermäßig nicht bestimmen, nachdem sie ausschließlich von den Steigungsverhältnissen der vorangehenden Förderungsbahn abhängig ist, und gilt in der Hinsicht überhaupt nur die Regel, daß diese Strecke um so länger geführt, bezüglich angelegt werden müsse, je stärker das vorangehende Gefälle ist. In

* Im „Centralblatt für die gesammte Forstwirthschaft", Jahrgang 1877, p. 90, wird von Prof. Carl Schuberg eine Kehre eingehender beschrieben.

keinem Falle aber darf jene eine so bedeutende Länge erhalten, daß ein Sitzenbleiben der Rieshölzer, insbesondere bei schwachen Stämmen, zu besorgen wäre. Für die Gleitbahn ist ein wechselndes Gefälle mit Umgehung scharfer Uebergänge am entsprechendsten.

Die Grenzen, zwischen welchen die Gefällsverhältnisse schwanken dürfen, können im Minimum mit 5, im Maximum mit 50% angenommen werden. Am vortheilhaftesten stellt sich der Betrieb auf einem Rieswege bei einem Durchschnittsgefälle von 15—20% heraus. Nach den im Schwarzwalde gesammelten Erfahrungen wird allgemein angenommen, daß auf Rieswegen mit einem Durchschnittsgefälle von 15—20% und darüber nur bei schneefreiem, nicht gefrorenem Boden, also im Sommer geriest werden kann. Wege mit einem mittleren Gefälle von 10—15% erfordern eine Schneedecke, die bei besonders tiefem Schneefall ausgeschaufelt werden muß, wenn nicht das Durchziehen einiger Riesbäume mittelst Menschenkraft hinreichen sollte, die Riesbahn genügend zu öffnen. Soll auf Rieswegen mit derart geringem Gefälle im Sommer geriest werden, so müssen dieselben mit Querschwellen (Rippen) in der Form halbrunder Spaltstücke von 0·15—0·25 m Stärke belegt werden. Rücksichtlich der Abstände, in denen dann die Querschwellen zu legen wären, lassen sich keine bestimmten Zahlen angeben, indem die besagten Entfernungen vom Gefälle, von den herrschenden Witterungsverhältnissen und von der Länge und Schwere der abzuriesenden Hölzer abhängig sind. Annäherungsweise könnten allenfalls 2 m als Minimalgrenze bezeichnet werden.

Wege, deren Durchschnittsgefälle unter 2% herabsinkt, erfordern für den Zweck des Riesens eine Beeisung, welche durch Einlassen von Wasser in die Bahn hergestellt werden müßte.

Bei der Anlage von Rieswegen ist es von wesentlicher Bedeutung, wenn bei Bestimmung und Ausnützung des Gefälles eine allzu große Aengstlichkeit und bei Planirung des Wegkörpers eine zu minutiöse Sorgfalt vermieden wird. Den Anforderungen in Bezug auf die richtige Vertheilung des Gefälles wird vollständig Rechnung getragen, wenn dem Wege zunächst der Einkehr und Verleer (des Ablageplatzes) das bereits vordem aufgeführte Gefälle gegeben wird. Dagegen kann, und unter bestimmten Verhältnissen muß sogar das Gefälle der Förderungsstrecke wechseln, und sind vorkommende Terrainschwierigkeiten, wie Felspartien, Sumpfstellen u. dgl., thunlichst zu umgehen. Im Bedarfsfalle können kurze Strecken selbst horizontal geführt werden, doch nur in einer derart beschränkten Ausdehnung, daß der abgleitende Stamm auf Grund des erlangten Gleitvermögens solche Stellen zu überwinden vermag.

Nach den dynamischen Grundsätzen der Mechanik bewegt sich auf einer schiefen Ebene ein in's Gleiten gekommener Körper mit einer gleichförmig beschleunigten Geschwindigkeit, deren Größe, beziehungsweise Kraftwirkung, mittelst einer mathematischen Formel für jeden einzelnen Punkt der Bahn berechnet werden kann, wenn nämlich das Gewicht des gleitenden Körpers, der zurückgelegte Weg, die Steigung, respective der Höhenunterschied des Anfangs- und Endpunktes und der Reibungscoefficient bekannt ist. Denselben Grundsätzen unterliegt der auf einer Riesbahn abgleitende Stamm; nur sind die Factoren für die Berechnung der Gleitgeschwindigkeit und der daraus resultirenden Kraftäußerung keine constanten Größen.

Nehmen wir an, es wäre innerhalb einer Rieswegtrace eine horizontale Strecke von einer solchen Länge einzuschalten, daß die Hölzer mit der ihnen innewohnenden Kraft diese Stelle passiren können, ohne sitzen zu bleiben. Die vorangehende Strecke hätte die Länge l, den Neigungswinkel α, und wäre weiters g die Acceleration der

Schwere, endlich f der Reibungscoefficient*, so ist die Endgeschwindigkeit v, mit welcher der Stamm an die horizontale Strecke herankommt,

$$v = \sqrt{2\,g\,l\,(\sin\alpha - f\cos\alpha)};$$

wenn der Stamm die horizontale Strecke l_1 mit dem Neigungswinkel α_1 durcheilen und am Ende noch mit der Geschwindigkeit v_1 anlangen soll, so ist

$$l_1 = \frac{v_1^2 - v^2}{2\,g\,(\sin\alpha_1 - f.\cos\alpha_1)}.$$

Setzen wir in dieser Formel den Neigungswinkel $\alpha_1 = 0$ und für die Geschwindigkeit v den obigen Werth ein, so ist

$$l_1 = \frac{v_1^2 - 2\,g\,l\,(\sin\alpha - f\cos\alpha)}{2.g} =$$

$$v_1^2 . \frac{1}{2\,g} - l\,(\sin\alpha - f.\cos\alpha) \text{ und} =$$

$$\frac{100.v_1^2}{1962} - l\,(\sin\alpha - f.\cos\alpha), \text{ wenn für } g = 9{\cdot}81 \text{ m gesetzt werden.}$$

Im Allgemeinen wird eine derartige horizontale Strecke um so länger sein dürfen, als der gleitende Stamm mit größerer Kraft an sie herankommt, rücksichtlich je größer das Gewicht und die Länge des Stammes, der zurückgelegte Weg, der relative Höhenunterschied der vorangehenden oder zurückgelegten Gleitbahn und je kleiner der Reibungscoefficient ist. Wenn die Verhältnisse also liegen, daß Rieswege mit großem Gefälle angelegt sind, und andererseits nur schwere, lange Baumstämme abgeriest werden sollen, so ist die Einschaltung einer Horizontalstrecke, nach Maßgabe der Umstände sogar auch mehrerer, ein Gebot der Nothwendigkeit. Die Länge dieser Horizontalstrecken darf sodann im großen Ganzen 20—50 m betragen.

8. Die Wegplanirung soll sich

a) bei der Einkehrstrecke, dann auf allen nächst der Einkehr im Schlage provisorisch angelegten Verästelungen (die mit dem Fortschreiten der Schlagfläche umgelegt werden müssen) lediglich auf die Entfernung größerer Hindernisse, als: Bäume, Stöcke, hervorragende Steine u. dgl., beschränken; dagegen ist

b) die für längere Zeit zu benützende Förderungsstrecke in entsprechender Weise herzustellen, und sind demnach Mulden, Einrisse und Gräben mit Holz zu überbauen.

9. Der Wegkrone ist eine kleine Steigung, etwa 0·05—0·10 m in der Abfallsrichtung zu geben, damit die niedergleitenden Hölzer sich mehr entlang der Abwehrhölzer bewegen. Hiedurch wird einerseits das Gleitvermögen der Hölzer gesteigert, andererseits aber auch der durch die Weganlage geöffnete oder verwundete Berghang vor größeren Beschädigungen durch die niedergleitenden Rieshölzer bewahrt. In Fig. 3 wäre a c die horizontale, a b die Wegkrone.

10. Als Breite genügt für die Rieswege ein Ausmaß von 0·8—1·5 m. In Curven, wie solche bei Weganlagen mitunter vorkommen, genügen die vorerwähnten Maße wohl nicht, und ist in diesem Falle dem Wege eine den Längen der abzuriesenden Stämme angemessene Kronenbreite zu geben.

11. Zur Vermeidung von Wasserschäden sind nach Erforderniß von Strecke zu Strecke ordentliche Wasseranschläge mit gutem Abflusse anzulegen. Führt endlich der

* Tabelle III.

Riesweg über Mulden, Einrisse u. dgl., in welchen zeitweilig größere Wassermengen ihren Abfluß nehmen, so ist an diesen Stellen die Anlage eines soliden (gedeckten) Canales erforderlich, wenn nicht etwa mit Rücksicht auf die Breite und Ausdehnung der Mulde oder des Einschnittes ein Holzbau vorzuziehen ist.

12. Nachdem die Wegtracirung oder die Ermittlung der Weglinie, dann die Anlage des Wegkörpers sowohl bei den Rieswegen, als auch bei den Schlagwegen die gleiche ist, so wird an dieser Stelle auf das einschlägige Capitel bei Besprechung der letzteren verwiesen.

§. 19. Instandsetzung für den Betrieb.

Der nach den oben entwickelten Grundsätzen tracirte und vorbereitete Riesweg muß an denjenigen Punkten, wo dem Ausgleiten der Hölzer aus der Riesbahn nicht schon durch die vorhandenen natürlichen Einwandungen vorgebeugt ist, durch Belegen der betreffenden Wegseiten mit Abweishölzern (Wehrbäumen) geschützt werden. Ebenso muß der Betrieb des Abriesens dort, wo wegen geringen Gefälles ein Sitzenbleiben der Hölzer eintreten kann, oder wo nach der Bodenbeschaffenheit Auskolkungen zu befürchten stehen, ferner an Moor- und Bruchstellen, hier durch Einlegen von Spälten (Querschwellen) und Dielungen und, im Falle Gräben, Gehänge oder Mulden zu übersetzen sind, mittelst Ueberbrückungen in Stand gesetzt werden.

Das Belegen mit Abwehrhölzern (Wehrbäumen).

Auf Riesbahnen, wo durch Abgrabung auf einer Seite natürliche Wände entstanden sind (Fig. 3), ist es genügend, wenn die der Abgrabung gegenüberliegende Wegseite d mit Abwehrstämmen belegt wird. Wegstrecken mit dem Querprofile Fig. 4 sind auf beiden Seiten mit Abwehrstämmen zu belegen.

Das Legen oder Aufziehen der Sattel- oder Abwehrbäume muß in der Weise vor sich gehen, daß jeder mit dem starken Ende nach abwärts gelegte Stamm mit seinem Gipfelstücke den zunächst höher liegenden Abwehrbaum, beziehungsweise dessen Stammende um 1—1½ m übergreift, und zwar derart, daß der Gipfel hinter dem Stammende des oberen Abwehrbaumes, nebstdem außerhalb der Riesbahn zu liegen kommt. Fig. 5 zeigt den Theil eines Rieseweges, in welchem A die Abwehrbäume, B die Riesbahn, C den durch Abgrabung gewonnenen Rand und D die Querschwellen andeuten; a, b, c, d, e, f, g bezeichnen eingeschlagene kleine Pflöcke, die das Abgleiten oder Verschieben der Abwehrbäume verhindern sollen. Fig. 6 versinnlicht in größerem Maßstabe die Lage und Befestigung von Querschwellen D und Abwehrbäumen A mittelst der Pflöcke a, b, c, d.

In Riescurven, wo die Abwehrbäume einem namhafteren Stoße zu widerstehen haben, ist deren Befestigung sorgfältiger auszuführen und sind, weil daselbst überdies nicht blos ein Ausgleiten, sondern auch ein Ausspringen der Hölzer aus der Bahn möglich oder wenigstens zu befürchten ist, an solchen Punkten zwei, nach Umständen auch mehr Abwehrbäume aufeinander aufzuziehen und mit Klammern, Wehrnägeln, Wieden u. dgl. entsprechend zu versichern.

Das Einlegen von Querschwellen und Dielungen.

Zu Querschwellen eignen sich Spälten (zweimal gespaltene, 0·15—0·25 m starke Drehlinge) oder im Nothfalle auch 0·10—0·15 m starke, 2 m lange Stangenabschnitte.

Die Querschwellen sind nicht senkrecht auf die Bahn, sondern unter einem Winkel von 60—70° gegen das Wehr nach der Abfallsrichtung zu legen und mittelst beiderseits vorgeschlagener kleiner Pflöcke zu befestigen. Im Zweifel, ob auf der einen oder anderen Stelle das Einlegen von Querschwellen nothwendig oder zweckmäßig sei, wird man sich am geeignetsten durch versuchsweises Ablassen einiger Stämme die wünschenswerthe Gewißheit verschaffen. Als Regel ist das Einlegen von Querschwellen nicht über das Maß des unbedingten Erfordernisses auszudehnen, weil ja die Herstellung vieler Schwellen nicht nur die Anlage- und Erhaltungskosten unnöthig vertheuern würde, sondern auch den Gang des Riesens selber schädlich beeinflussen müßte.

Bei unausweichlichen Uebergängen aus einem starken in ein schwaches Gefälle ist die Gleitbahn in der unmittelbaren Nähe des Gefällswechsels Beschädigungen ausgesetzt und muß daher zu deren Hintanhaltung abgedielt werden. In Fig. 7 a ist ein Gefällswechsel im Profile dargestellt. Mit der Bezeichnung a b ist jenes Wegstück angedeutet, welches von den Hölzern, die in der Richtung von A nach B kommen, im Gefällsbruche getroffen wird und durch die aus 0·15—0·17 m starken Durchforststangen hergestellte Längsdielung C geschützt werden soll. Fig. 7 b zeigt die horizontale Projection von C. Die Querschwelle D wird durch die Pflöcke e, f festgehalten, während andererseits die Pflöcke g, h, i, k, l und m, dann das theilweise Einlassen der Langhölzer in den Wegkörper bei A das Verschieben oder die Zerstörung der Dielung hindern sollen.

Ueberbrückungen.

Mulden, Einrisse, Gräben oder sonstige Hindernisse bis zu einer Spannweite von 8 m werden überdielt, bei einer Spannweite von 8—16 m (Fig. 8) jedoch schon in der Weise überbaut, daß auf zwei an den Seiten und in der Längsrichtung des Weges aufgezogenen Bäumen a senkrechte Querschwellen in Abständen von etwa 0·1—0·2 m (b, b, b) 0·03—0·06 m tief eingelassen werden, worauf beiderseits entsprechend befestigte Sattel- oder Abwehrhölzer A zu liegen kommen. Bei längeren Ueberbrückungen sind zur Sicherheit und Vermeidung unzulässiger Schwankungen ein oder mehrere Joche in der Form und Ausführung wie bei den gewöhnlichen Holzriesen anzubringen. Wären endlich Bodenformen, beispielsweise tiefe und weite Mulden, zu überbauen, deren Länge größer ist als jene der verfügbaren Abwehr- oder Sattelbäume, und stellte sich eine Ueberdämmung durch Erdanschüttung als unzulässig oder mit Rücksicht auf den erwachsenden Kostenaufwand als undurchführbar heraus, dann müssen für derartige Strecken solid hergestellte Holzriesenfächer eingeschaltet werden. Wesentlich ist hiebei, daß sowohl die Ueberbrückungen, als auch die eingeschalteten Rieswerke im gleichen Gefälle zu liegen kommen mit der bergwärts anstoßenden Gleitbahn, weil sonst diese Einbauten unter dem Anpralle der niedergleitenden Hölzer viel zu leiden hätten und daher auch in einem ganz unverhältnißmäßig kurzen Zeitraume abgenützt werden würden.

Zurichtung der Hölzer im Schlage.

Die abzuriesenden Hölzer (Stämme) hat man sogleich bei oder nach deren Fällung in eine für das Zuschaffen zum Rieswege möglichst günstige Lage zu bringen. Die gefällten Stämme sind sofort auszuästen und an ihrem Ende in einer Weise zuzuspitzen, eigentlich abzukanten, daß, wie Fig. 9 darstellt, der Durchmesser am Stammabschnitte um $^1/_5$—$^1/_3$ seiner früheren Dimension kleiner wird. Die Stärkegrenze, d. i. jene Stammstärke, bis zu welcher herab Laub- oder Nadelbäume auf einer angelegten Ries-

bahn selbstthätig sich abwärts bewegen, hängt, wie bereits vordem hervorgehoben wurde, von den Neigungs- und Gefällsverhältnissen des Weges und von der Witterung zur Zeit der Wegbenützung ab, und werden demnach für schwache Hölzer steilere Wege erforderlich sein, oder auf Rieswegen mit geringem Gefälle nur stärkere Stämme zum Abriesen gebracht werden können. Hiedurch ist jedoch die Möglichkeit keineswegs ausgeschlossen, daß auf einem und demselben Wege sowohl starke als auch schwache Hölzer geliefert werden können, unter der Voraussetzung, daß erstere im Sommer oder Herbst bei trockenem, letztere im Winter bei Schnee oder beeister Gleitbahn der Abbringung unterzogen werden. Nur müssen für diesen Fall die geeigneten Maßnahmen schon bei dem Abfällen und Zuliefern der Rieshölzer getroffen werden.

§. 20. Der Betrieb auf Rieswegen.

Mit dem Betriebe, und zwar je nach der Eigenschaft des Rieswegs im Sommer bei trockenem Boden, oder in der kalten Jahreszeit bei entsprechender Schnee- oder Eisbahn, kann begonnen werden, sobald die Hölzer im Schlage gefällt, entästet, abgekantet und mittelst Zugthier- oder Menschenkraft zu den Haupt- und Zweiglinien des Rieswegs gebracht worden sind.

In Rücksicht des Aufwandes an Arbeitskräften im Allgemeinen, dann auf den Gang und Verlauf des Riesgeschäftes im Besonderen kommt noch Folgendes zu bemerken:

1. Dürfen die Stämme nur einzeln nach im Vorhinein bestimmten Zeitintervallen mit dem starken Ende nach abwärts in die Gleitbahn eingelassen werden. Die Größe der einzuhaltenden Zeitpausen aber wird bedingt,

a) vom Durchschnittsgefälle der gesammten Gleitstrecke;
b) von der Länge der Bahn;
c) von dem Umstande, ob innerhalb der Förderungsstrecke schwierige Stellen vorkommen, welche ein häufiges Ausspringen oder Sitzenbleiben der Hölzer befürchten lassen;
d) von den Witterungsverhältnissen während des Riesbetriebes;
e) von dem Umstande, ob die Hölzer mit oder ohne Rinde zur Ablieferung gelangen, beziehungsweise von der Beschaffenheit der Rieshölzer;
f) von dem Grade der Gewandtheit und Vertrautheit der Arbeiter mit dem Riesgeschäfte, insbesondere mit der Ueberwachung der Gleitstrecke; endlich
g) von der Beschaffenheit und den Raumverhältnissen des Verleerplatzes.

Es liegt auf der Hand, daß der Betrieb auf einem Rieswege mit dem zunehmenden Gleitvermögen der abzuriesenden Hölzer gesteigert wird, und daß dieser Erfolg von der allgemeinen Beschaffenheit des Weges, von der Eignung der Rieshölzer und von dem Einflusse der Witterung abhängig sein wird. Je rascher die abzuriesenden Hölzer an ihrem Bestimmungsorte, d. i. dem Verleerplatze, eintreffen werden, in einer um so kürzeren Zeitfolge wird das Einfahren der Stämme in die Förderungsstrecke platzgreifen können. Auf Rieswegen, welche ihrer ganzen Anlage und Beschaffenheit nach eine Störung im Laufe des abgerieselten Holzes nicht so leicht besorgen lassen, wird die Pause zwischen dem Anlassen zweier Stämme $^1/_3$—$^1/_2$ der Zeit des ganzen Laufes betragen dürfen. Im Falle schwierige Stellen sich vorfinden, wird mit dem Anlassen des nächsten Stammes insolange zugewartet werden müssen, bis der vorausgegangene Stamm die letzte der gefährlichen Stellen passirt hat. Bei der Abriesung auf Verleer- oder Ablageplätze, deren Fassungsraum so beschränkt ist, daß jeder ankommende Stamm sofort weggerollt werden muß, darf ein nachfolgender Stamm erst abgelassen werden, wenn die Wegschaffung des vorhergegangenen bereits bewerkstelligt ist.

Natürlich können die für die Zwischenpausen im Ablassen der einzelnen Stämme mit Obigem fixirten Zeiträume nur zur ungefähren Richtschnur dienen.

2. Sind längs der Gleitbahn an all' den Stellen, wo Betriebsstörungen eintreten können, nach Maßgabe der diesfälligen Erfahrungen verläßliche Wächter aufzustellen mit der Weisung, kleinere Hindernisse rasch zu beseitigen, bei bedeutenderen Störungen aber durch rechtzeitige Rufe oder sonstige Signale die Betriebseinstellung zu veranlassen. Eine unausgesetzte und verständige Ueberwachung der Gleitbahn während des Riesbetriebes ist eine wesentliche Bedingung des Gesammterfolges, weil ein kleines Versäumniß diesfalls, das Uebersehen eines oft verhältnißmäßig geringfügigen Schadens, immerhin zu einer längeren Unterbrechung des Riesgeschäftes führen kann.

3. Die Anzahl der für den Betrieb des Abriesens am Riesmunde und am Verleer- (Ablage-) Platze aufzustellenden Arbeiter richtet sich einerseits nach den Stärke- und Längendimensionen der Hölzer, welche in den Riesmund einzubringen sind, andererseits aber nach dem Umstande, ob überhaupt und mit welchem Kraftaufwande die am Verleerplatze ankommenden Hölzer wegen Mangels an Raum sofort bei Seite geschafft werden müssen.

4. Durch einen während des Riesgeschäftes eingetretenen Regen oder durch das in Folge anhaltenden Riesens unvermeidliche Glattwerden der Bahn wird sich die Gleitgeschwindigkeit der laufenden Hölzer steigern, und das in einem Grade, daß unter gewissen Voraussetzungen gar leicht eine Beschädigung der Bahn oder der Rieshölzer durch Zerspalten oder Zerschellen eintreten kann. In einem solchem Falle haben die aufgestellten Wächter an den gefährlichen Punkten, namentlich der stark geneigten Strecken durch Einwerfen von Erde, Sand, Schotter, im Winter von Schnee u. dgl. in die Bahn die Gleitgeschwindigkeit zu mäßigen. Gegentheiligen Falles muß dieselbe durch Einlegen von Tannenreisig oder Annässen der Querschwellen befördert, beziehungsweise vermehrt werden.

§. 21. Die Erhaltung der Rieswege.

Die Erhaltung der Rieswege gleicht im Wesentlichen der von gewöhnlichen Schlag- oder Schlittenwegen. Dieselbe erstreckt sich zunächst auf deren Schutz gegen mögliche Wassergefahr durch sorgfältige Reinhaltung der Wasseranschläge, Durchlässe u. dergl., dann auf sofortige Behebung kleinerer Schäden und schließlich auf die Auswechslung von Abwehrbäumen, unbrauchbar gewordenen Querschwellen und Längsdielungen.

Sollen die an Rieswegen als Wehrbäume oder Sattelhölzer verwendeten Stämme noch als Nutzholz verwerthet werden, dann muß deren Auswechslung spätestens im zweiten Betriebsjahre erfolgen, indem sie bei längerer Verwendung an ihrer Preiswürdigkeit einbüßen würden. Dagegen läßt man dort, wo die Holzpreise noch verhältnißmäßig nieder stehen, die Abwehrbäume oder Querschwellen mit mehr Vortheil so lange liegen, als sie hiezu tauglich bleiben, weil auf diese Art an den nicht unbedeutenden Kosten der wiederholten Belegung gespart wird.

§. 22. Die Vorzüge der Rieswege.

Betrachten wir die Rieswege gegenüber den anderen Bringungsmitteln, so lassen sich deren Vorzüge in Nachstehendem zusammenfassen:

1. Sind die Rieswege Bringungsanstalten von steter Dauer und Benützbarkeit.

Während nämlich die Holzriesen in der überwiegenden Zahl der Fälle nur für eine zeitweilige, also vorübergehende Benützung bestimmt sind, haben die Wegriesen nicht nur für die Holzbringung, sondern auch für die Wirthschaft im Allgemeinen einen bleibenden Werth, unter der selbstverständlichen Voraussetzung, daß den einmal geschaffenen Rieswegen auch eine fortdauernde und zweckentsprechende Erhaltung zugewendet wird.

2. Fordert die Erhaltung der Wegriesen nur einen verhältnißmäßig geringen Arbeitsaufwand und kommt daher billig zu stehen.

Bei hohen Holzpreisen ist die Anlage und Erhaltung der Holzriesen, wenn nämlich der Werth des Holzes mit in Rechnung gezogen wird, eine verhältnißmäßig kostspielige, während sich deren eigentliche Kosten im Punkte der Aufstellung unter günstigen Umständen etwas billiger als der Anlageaufwand für einen Riesweg gestalten können.

Unter den gewöhnlichen Verhältnissen der Bodenbildung im Hochgebirge erfordert beispielsweise der Bau eines Currentmeters Hauptriese einen Arbeitsaufwand von 0·37—0·89 Tagwerk und einen Holzaufwand von circa 0·18—0·62 fm³, während unter den gleichen Voraussetzungen ein Längenmeter Wegriese um den Arbeitsaufwand von 0·30—1·00 Tagwerk bei einem Holzaufwande von 0·07 fm³ hergestellt werden kann. Die Erhaltung einer Hauptriese berechnet sich pro Längenmeter ohne Holzwerth mit einem jährlichen Arbeitsaufwande von 0·10—0·15 Tagwerk, während mit 0·01—0·04 Tagwerk per Jahr der Längenmeter einer Wegriese betriebsfähig erhalten werden kann.

Im Mittel stellt sich der Arbeitsaufwand für die Herstellung eines laufenden Meters

Hauptriese auf 0·63 Tagwerk
Riesweg „ 0·50 „

der Erhaltungsaufwand per Jahr bei der Hauptriese „ 0·125 „
beim Riesweg „ 0·025 „

endlich das durchschnittliche Holzerforderniß bei dem Neubaue
einer Hauptriese auf 0·40 fm³
beim Riesweg „ 0·07 „

3. Wird ein Ersparniß an Holz erzielt.

Wenn wir das durchschnittliche Holzerforderniß bei dem Baue einer Brennholzhauptriese und einer Wegriese vergleichen, so finden wir, daß die erstere nahezu drei- bis neunmal mehr Holz erheischt, als die letztere, und zudem das verwendete Holz bei den Holzriesen in einem viel höheren Maße abgenützt und in Folge dessen entwerthet wird, als bei den Wegriesen.

Eine Wiederbenützung der in die Holzriesen eingebauten Hölzer ist mit Rücksicht auf die hohen Baukosten in den meisten Fällen erst dann zulässig, wenn die gesammte Riese aufgelassen und außer Betrieb gesetzt wird, d. h. wenn eine bestimmte Waldpartie entweder vollständig ausgenützt worden ist, oder wo weitere Nutzungen durch einen längeren Zeitraum ausgesetzt werden sollen. Das geschieht aber zumeist erst nach Verlauf einer längeren Benützung, also erst zu einer Zeit, wo die Hölzer nur mehr einen sehr untergeordneten Verkaufs- oder technischen Benützungswerth besitzen. Dabei sehen wir von jenen Schäden gänzlich ab, welche die Riesbäume durch die niedergleitenden Hölzer erleiden, und welche bei einer mehrjährigen oder umfangreichen Ausnützung des Rieswerkes sehr wesentlich zu deren Abnützung und Entwerthung beitragen. Der stärksten Abnützung und Beschädigung sind wohl zunächst die im Mittel der Joche am tiefsten

gelegten zwei Riesbäume, die sogenannten „Dachbäume", ausgesetzt, während bei der Ablieferung von stärkerem Holze auch die nächst höher gelegenen „Wehrer-", ja selbst die die Riese abschließenden „Sattelhölzer" in Mitleidenschaft gezogen werden.

Anders gestaltet sich die Sachlage bei den Wegriesen. Hier erfordert das Belegen des Wegkörpers oder der Gleitstrecke mit einfachen Wehrbäumen einen verhältnißmäßig geringen Aufwand an Arbeitsleistung, und bildet es demnach ein wohlverstandenes Interesse, die Wehrbäume zu entfernen und durch frische zu ersetzen, bevor selbe an ihrer Qualität Einbuße erleiden. Der Eintritt einer Abnützung oder Entwerthung des Holzes an den Wegriesen entfällt gänzlich, da ja eine Beschädigung der Wehrbäume durch die niedergleitenden Hölzer in keinem besonders fühlbaren Umfange erfolgen kann, wenn sonst der Riesweg in zweckmäßiger Weise angelegt worden ist.

Zu Gunsten der Rieswege läßt sich noch ein weiteres Moment in's Feld führen, nämlich der Umstand, daß bei dem Baue der Holzriesen sehr viel Holz verschnitten werden muß, weil, um nur Ein Beispiel aufzubringen, bei den unterschiedlichen Jochen nur Hölzer von ganz genau bestimmter Länge Verwendung finden können, während zu den Wehrbäumen eines Rieseweges die im Schlage vorhandenen unterschiedlich starken und langen Stämme ohne jede weitere Zurichtung verwendet werden.

Unter günstigen Verhältnissen können die Abwehrhölzer, ohne an ihrem Gebrauchswerthe zu verlieren, durch zwei Betriebsjahre auf den Rieswegen belassen werden. Die im Rieswege ebenfalls eingelegten Querschwellen sind 1—2 m lange Spaltstücke oder Stangenabschnitte. Dieses Material kann im Hochgebirge zum wenigsten in den meisten Fällen außer Betracht bleiben. Nur in Einem Falle, wenn nämlich die Schlittenzugwege — was bei steil abfallenden Berglehnen sehr häufig nothwendig ist — ihrer ganzen Länge nach mit Schleuderbäumen belegt werden müssen, ist die Holzersparniß bei den Zugwegen gegenüber den Wegriesen keine namhafte.

4. Gleiten auf den Rieswegen die Hölzer ohne Unterbrechung bis zu den Verleerplätzen.

Der Vorzug, daß die Hölzer auf den Rieswegen ohne Unterbrechung bis auf die Verleer- oder Polterplätze gleiten, tritt dann besonders hervor, wenn man die Rieswege speciell mit den Holzriesen vergleicht; denn es ist, wie später des Weiteren erörtert werden wird, nicht immer statthaft, eine Holzriese ohne Unterbrechungen fortzuführen, während Rieswege immerhin, selbst unter schwierigen Verhältnissen, über steile und hohe Berghänge, allenfalls mit Anwendung einer Kehre, thalwärts bis auf die Lagerplätze in einem ununterbrochenen Laufe angelegt werden können.

5. Gestatten die Rieswege unter günstigen Verhältnissen die intensivste Nutzholzausbeute.

Auf den gewöhnlichen Holzriesen * ist die Ablieferung von Hölzern nur mit beschränkten Längendimensionen zulässig, während auf den Wegriesen vorwiegend ganze Stämme geliefert werden, deren Aufbereitung erst am Verleer- oder Polterplatze eingeleitet wird. Liegt nun der Verleerplatz zunächst einem fahrbaren Wege oder kann er doch mit einem solchen ohne viele Schwierigkeiten verbunden werden, dann ist die Mög-

* Hierin sind die kostspieligen und nicht unter allen Verhältnissen herstellbaren Langholzriesen nicht inbegriffen.

lichkeit eröffnet, auch schwächere Hölzer aus entfernt und hoch gelegenen Beständen als Bauholz der Verwerthung zuzuführen, eine Möglichkeit, die in den meisten Fällen geradezu ausgeschlossen wäre oder doch mit einem ungünstigen financiellen Ergebnisse abschließen würde, wenn diese Hölzer in ganzen Stämmen mittelst Schlitten aus derartigen Oertlichkeiten geliefert werden sollten.

Nicht unerheblich ist auch der weitere Umstand, daß bei dem Rieswegbetriebe die schließliche Aufbereitung der Hölzer von den eigentlichen Schlagorten weg auf die leichter zugänglichen Verleerplätze verlegt wird, wobei der Arbeitsübernehmer, beziehungsweise der Holzarbeiter, bei der so hochwichtigen Nutzholzausscheidung unausgesetzt und gleichzeitig auch in ausgiebiger Weise überwacht und angeleitet werden kann.

6. Wird durch Vermeidung eines oftmaligen Zuganges zu den mitunter entfernten Schlagorten an Zeit gewonnen.

Dieser Vortheil resultirt gleichfalls aus dem Umstande, daß durch den Riesbetrieb ein hervorragender Antheil an dem gesammten Werbungsaufwande aus den hoch und entfernt liegenden Aufbereitungsplätzen auf die zumeist näher und günstiger situirten Verleerplätze übertragen wird. Unter Verhältnissen, wo die Arbeiter auf Kosten der entlohnten Arbeitszeit alle Sonn- und Feiertage von weit und hoch gelegenen Schlägen heimkehren und dahin wieder zurückgehen müssen, ist dieser Gewinn nicht zu unterschätzen.

7. Tritt eine Ersparung an den solid herzustellenden Arbeiterstuben ein.

In ausgedehnten Forsten muß für zweckmäßige, günstig und nahe gelegene Unterkunftsorte vorgesorgt werden. Einfache Unterkunftshütten, deren Herstellung nur einen geringen Kostenaufwand erheischte, genügen eben nicht, wenn die Arbeitsmannschaft bis tief in den Herbst mit der Aufbereitung und allfälligen Vorlieferung der Hölzer zu thun hat, während bei einem Riesbetriebe einfache Rindenhütten (Sommerfölden) vollkommen ausreichen werden, nachdem das Abfällen, Zurichten und Abriesen der Hölzer aus den Schlägen denn doch nur einen verhältnißmäßig kurzen Zeitraum erfordert.

8. Gestatten Wegriesen auch die Benützung als Schlag- oder Schlittenzugwege, wenn bei deren Anlage nach dieser Richtung Vorsorge getroffen wurde.

Es lassen sich nämlich die Wegriesen, wenn man bei dem Baue eines Rieswegs nicht speciell gebotenen Sparsamkeitsrücksichten Rechnung zu tragen gezwungen ist und andererseits eine entsprechende Ausnützung und Vertheilung des Gefälles zulässig erscheint, derart führen, daß sie zur Zeit einer Schneebahn auch zum Abliefern der Hölzer mittelst Schlitten und Menschenkraft benützt werden können, ohne daß ein weiterer Bau oder die Entfernung der Abwehrhölzer, welche gleichzeitig die Schleuderbäume ersetzen, nothwendig wird. Derart angelegte und ausgebaute Wege lassen sich sodann in zweifacher Weise ausnützen; stärkere Stämme können durch selbstthätiges Gleiten, schwache Durchforsthölzer dagegen durch Anwendung von Zugschlitten auf den Verleerplatz geliefert werden. Selbstverständlich sind für eine solche zweifache Benützungsart die vorhandenen Gräben und Mulden in einer beiden Zwecken diensamen Weise zu überbauen, desgleichen müssen auch die bei einem Rieswege zulässigen Einschaltungen von Holzriesenfächern, welche oft bedeutende Terrainschwierigkeiten mit geringen Opfern bewältigen helfen, unterbleiben.

9. Ist erfahrungsgemäß der Quantitäts- und Qualitätsverlust auf Wegriesen kleiner als auf Holzriesen und in Erdgefährten.

Dieser Vortheil tritt besonders auffällig zu Tage, wenn eine Holzriese in Folge der gegebenen Boden- und Gefällsverhältnisse mehrfach unterbrochen werden muß und diese Unterbrechungen oder Würfe auf ungünstige, d. i. felsige Stellen fallen. Selbst die vortheilhaftest gewählten Plätze werden nach längerer Benützung zumal dort, wo der felsige Untergrund nur mit einer schwachen Erdkrume überdeckt ist, durch das abstürzende Holz vom Erdreich entblößt, so daß jenes schon nach kurzer Zeit auf den nackten Felsen auffallen wird, wenn sich nicht allenfalls durch zahlreich entstandene Holzsplitter nach und nach ein günstigeres Fallbett gebildet hat.

Die Führung der Wegriesen ohne eine Unterbrechung ist unbestreitbar ein großer Vorzug derselben, und darf dies mit Rücksicht auf den zu gewärtigenden Liefercalo nicht unterschätzt werden. Gegenüber den Erdgefährten ist der Verlust, den die abzuliefernden Hölzer an ihrer Masse und Brauchbarkeit zu erfahren haben, ein ungleich geringerer, weil ja schon bei der Anlage der Wegriesen auf die möglichste Beseitigung jener Terrain- und Gefällshindernisse Bedacht genommen wird, die auf die Höhe des Liefercalos zunächst und in erster Linie einen entscheidenden Einfluß üben. Sind die Rieswege gut und zweckmäßig ausgebaut, bietet namentlich die Einkehr keine Schwierigkeiten, dann wird sich der gesammte Calo darauf beschränken, daß die Stämme an ihrem Stammabschnitte abgekantet werden müssen, wodurch aber nur ein verhältnißmäßig geringer Entgang erstehen kann, oder darauf, daß bei dem Niedergleiten von dem minder werthvollen und ohnedies schwachen Gipfelstücke, aber auch nur bei dem einen oder anderen Stamme, ein Stück abgeschlagen wird. Ein Anprallen der niedergleitenden Rieshölzer, wodurch das Stammstück Risse erhielte und für eine Verwendung als Nutzholz untauglich würde, tritt auf Rieswegen nur selten ein, während bei dem Abliefern der Hölzer in Erdgefährten eine Entwerthung der Stämme durch Anprallen in einem ungleich höheren Maße zu gewärtigen ist.

10. Gefährden Wegriesen den Boden in einem minderen Grade als Erdgefährte.

Die Nachtheile der Erdgefährte, welche in Folge längerer Benützung in tief eingeschnittene und verrüfte Gräben, ja unter Umständen, beispielsweise bei ungünstigen Bodenverhältnissen, selbst zu Wildbächen umgewandelt werden können, entfallen bei den Wegriesen ganz und gar, da diese einerseits niemals in der Richtung des stärksten Falles, sondern stets längs der Berglehnen und Berghänge geführt werden, während andererseits bei dem Baue der Wegriesen für eine zweckentsprechende Ableitung der Regenwässer mittelst einer genügenden Anzahl von Wasseranschlägen und für den zureichenden Schutz der Gleitbahn durch Querschwellen oder Längsdielungen vorgesorgt werden kann. Schon vom Standpunkte des Bodenschutzes, welch letzterer im Hochgebirge niemals außer Acht gelassen werden sollte, sind Wegriesen den einfachen, durch keinerlei Einbauten geschützten Erdgefährten vorzuziehen, trotzdem die Anlage der ersteren einen höheren Capitalsaufwand erfordert.

11. Wird auch an der Länge der Gleitstrecke erspart.

Den Wegriesen kann, im Falle als selbe nur für das selbstthätige Gleiten der Hölzer angelegt werden und von einer gleichzeitigen Benützung derselben als Schlitten-

zugwege gänzlich abgesehen wird, auch ein stärkeres Gefälle und mithin auch eine kürzere Wegstrecke gegeben werden. Damit werden natürlich die Anlage- und je nachdem auch die Erhaltungskosten vermindert, und es nähern sich sodann die Rieswege den Erdgefährten, ohne jedoch die Nachtheile der letzteren anzunehmen.

12. Können die Rieswege auch im Sommer benützt werden.

Die Möglichkeit, auf Wegriesen Hölzer zur Sommerszeit, ja selbst bei vollständig trockenem Boden liefern zu können, ist speciell für Forste im Hochgebirge von hohem Werthe.

Die Bringung der Hölzer auf Schneebahnen mittelst Schlitten ist bekanntermeise an eine gewisse Zeit und Witterung gebunden, und gehört es gar nicht zu den Seltenheiten, daß eine geplante Ablieferung von Hölzern entweder wegen Mangels an Schnee, häufiger noch wegen zu großer Schneemassen gänzlich unterbleiben muß oder höchstens nur zum Theile ausgeführt werden kann. Beide Fälle werden im Wirthschaftsbetriebe Störungen verursachen und sicherlich einen fühlbaren Einfluß äußern, weil ja die noch ein weiteres Jahr zurückbleibenden Hölzer an ihrem Gebrauchswerthe eine mitunter namhafte Einbuße erleiden können. Letztere Möglichkeit gestaltet sich um so empfindlicher, wenn die Hölzer auf Verleerplätzen von Holzriesen in großen Haufen oder wegen Raummangels in feuchten und engen Thälern in Hochzainen noch ein weiteres Jahr liegen oder stehen bleiben müssen.

Im Hochgebirge ist es schwer, mit den Witterungsverhältnissen zu rechnen, und doch beeinflussen selbe den Leistungsaufwand bei der Winterlieferung in einem kaum denkbar hohen Grade. Der Uebernehmer einer Holzlieferung im Accord, ohne Rücksicht darauf, ob dies auf Holzriesen oder Schlittenzugwegen bewerkstelligt werden solle, beutet diesen Umstand sehr zu seinem Gunsten aus und stellt dementsprechend seine Forderungen.

In ungünstigen Lagen, hauptsächlich in hoch gelegenen und exponirten Schlägen, wird der Schlittenzug mit Rücksicht auf den allfälligen Eintritt einer ungünstigen Witterung verhältnißmäßig höher entlohnt werden müssen, und werden trotzdem bei aller Umsicht ab und zu Hölzer übersehen und im Schlage zurückgelassen, deren Nachlieferung im nächstkommenden Jahre nur mit einem außer allem Verhältnisse liegenden Mehraufwande durchführbar sein wird, ja unter Umständen, beispielsweise wegen Abganges eines Bringungsmittels oder wegen Kostspieligkeit, gänzlich unterbleiben muß.

Die Schwierigkeiten dieser Winterlieferung in Folge des erschwerten Zuganges zu den gezainten und gelagerten Hölzern, die kurzen Arbeitstage, die Unzuverlässigkeit der Witterungsverhältnisse, das Herstellen und Offenhalten der Schlittenbahn, das häufige Zurückbleiben von Hölzern in den Schlägen, die dann oft mit schweren Kosten zusammengerückt und überzaint werden müssen, und ähnliche Unzukömmlichkeiten werden durch die Benützung der Rieswege im Sommer zum großen Theile, wenn nicht ganz und gar, vermieden. Zum Sommerbetriebe bedarf es ja nur der Rieswege mit einem stärkeren Gefälle, eine Anforderung, der ja in vielen Fällen leicht entsprochen werden kann. Erst durch den Umstand, daß die Rieswege auch im Sommer zur Holzablieferung herangezogen werden können, erlangen diese einen unschätzbaren Werth und speciell eine unbestritten hohe Bedeutung für die Hochgebirgswirthschaft.

13. Gestatten die Rieswege in kurzer Zeit die Ablieferung bedeutender Holzmassen.

Wenn beispielsweise ein sonnseitiger Berghang nicht jenes Gefälle besitzt, um eine Wegriese mit Sommerbetrieb anzulegen, andererseits auch die Schlittenbahn unter jenen localen Verhältnissen erfahrungsgemäß nur kurze Zeit anhält, so daß ein Abliefern bedeutenderer Holzmassen häufig in Frage kommen könnte, da wird sich die Anlage einer Wegriese mit Winterbetrieb gewiß empfehlen, weil auf ihr in kurzer Frist verhältnißmäßig große Holzmassen abgeliefert werden können.

14. Beansprucht die Holzablieferung auf Rieswegen einen geringen Aufwand an Arbeitskräften.

Das Abbringen von Hölzern mittelst Schlitten und Menschenhand erfordert eine ungleich größere Anzahl von Arbeitskräften als der Betrieb von Wegriesen. Deshalb empfehlen sich letztere ganz besonders dort, wo ein Mangel an Arbeitskräften vorhanden ist, oder wo zum mindesten nicht die genügende Anzahl von brauchbaren Holzarbeitern zur Verfügung steht.

15. Lassen sich bestehende Zugwege in Rieswege umbauen oder in eine Rieswegeanlage mit Vortheil einbeziehen, wenn deren Lage und Gefällsverhältnisse den allgemeinen Anforderungen nur einigermaßen entsprechen.

16. Gestaltet sich der Leistungsaufwand auf Wegriesen in den meisten Fällen günstiger als auf Zugwegen.*

* Bei der 2974 m langen Wegriese im Brachbergwalde des k. k. Verwaltungsbezirkes Ischl — mit Sommerbetrieb — ist beispielsweise im Betriebsjahre 1880 ein sehr günstiger Leistungsaufwand erzielt worden. Die Hölzer wurden in ganzen Stämmen abgeliefert und erst auf dem Verleerplatze einer weiteren Aufbereitung unterzogen. Die Arbeitsvergebung an den Accordunternehmer geschah loco Verleerplatz, und erheischte die Gewinnung und Ablieferung, Aufbereitung und Lagerung der Hölzer folgenden Arbeitsaufwand:

a) Bei dem Langholze:

Ein	mittlerer Baumstamm (0·75—1·09 fm³)	1·95	Tagwerk
„	kleiner „ (0·50—0·74 „)	1·59	„
„	Rafen „ (0·30—0·49 „)	0·97	„

b) Bei dem Blochholze (Klötze):

Ein	6 m langes weiches Bloch über 32 cm Mittenstärke	1·10	Tagwerk
„	6 „ „ „ „ unter 32 „ „	1·00	„

c) Bei dem Brennholze:

Ein	rm³ 2 m langes Drehlingholz	1·15	Tagwerk.

Auf demselben Bringungszuge erfordert das Abliefern der voranstehenden Sortimente einschließlich Gewinnung, Zainung und Lagerung mittelst Zugschlitten nachstehenden Leistungsaufwand:

a) Bei dem Bauholze:

Ein	mittlerer Baumstamm	2·11	Tagwerk
„	kleiner „	1·69	„
„	Rafen	1·11	„

b) Bei dem Blochholze:

Ein	6 m langes Bloch über 32 cm Mittenstärke	1·65	Tagwerk
„	6 „ „ „ unter 32 „ „	1·29	„

c) Bei dem Brennholze:

Ein	rm³ 2 m langes Drehlingholz	1·22	Tagwerk.

§. 23. Nachtheile der Rieswege.

Nunmehr wollen wir auch die Nachtheile des Lieferbetriebes auf Wegriesen in Erörterung ziehen. Wir rechnen dahin:

1. Den Quantitäts- und Qualitätsverlust.

Selbst dann, wenn eine Wegriese mit aller Sorgfalt ausgebaut ist, wenn alle stellenweisen Hindernisse, durch welche etwa die niedergleitenden Hölzer eine Schädigung erfahren könnten, beseitigt sind und der Betrieb mit der thunlichsten Schonung der Hölzer eingeleitet wird, ist es trotz aller sonstigen Vorsicht nicht zu vermeiden, daß einzelne Stämme oder Stammabschnitte ab und zu durch Einrisse, Absplitterung u. s. w. beschädigt werden, während bei einer Ablieferung auf zweckmäßig angelegten Schlittenzugwegen selbst in so geringem Maße vorkommende Beschädignngen nicht zu erwarten stehen.

In dieser Richtung wird sich das Schlußergebniß auf einer Wegriese mit Winterbetrieb günstiger gestalten, als auf jenen Rieswegen, auf denen eine Ablieferung im Sommer eingeleitet wird.

2. Die stärkere Abnützung des Wegkörpers einer Wegriese bei dem Sommerbetriebe.

Es liegt auf der Hand, daß der Wegkörper oder die eigentliche Gleitbahn der Wegriese beim Sommerbetriebe in einem hohen Grade abgenützt werden muß und diese Abnützung in dem Maße um sich greift, als etwa die Ablieferung oder der Betrieb auf der Wegriese bei nassem Wetter stattfindet. Die Erhaltung der Wegriesen beansprucht daher bei dem Sommerbetriebe einen höheren Arbeits- und somit Kostenaufwand.

3. Den Umstand, daß die Wegriesen nur das Abliefern von langen und stärkeren Hölzern gestatten.

Darin ist unbestreitbar ein großer Nachtheil der Rieswege gelegen, der wohl durch ein stärkeres Gefälle zum Theile ausgeglichen werden kann, wobei aber wieder ein anderer und noch größerer Uebelstand zu Tage tritt, daß nämlich die schwereren Hölzer durch ein zu schnelles Niedergleiten größeren Beschädigungen ausgesetzt werden. Dieser Uebelstand wird am zweckmäßigsten beseitigt, wenn die Wegriesen zugleich auch als Schlittenzugwege benützt werden können. Auf einem derart combinirten Wege ist eben die Möglichkeit geboten, die schweren Stämme durch selbstthätiges Gleiten im Sommer, alle übrigen Hölzer dagegen mittelst des Handschlittens im Winter abzuliefern.

4. Den Umstand, daß der Arbeitsaufwand bei der Betriebsinstandsetzung bei den Wegriesen größer ist als bei den Schlittenzugwegen.

Die Wegerhaltungsarbeiten sind sowohl bei den Wegriesen, als auch bei den Zugwegen ziemlich gleich. Anders gestaltet sich das Verhältniß hinsichtlich der Betriebsinstandsetzung, welche sich bei den gewöhnlichen Schlittenzugwegen darauf beschränkt, daß im Herbste jene Stellen, an denen ein beladener Schlitten möglicherweise aus der Fahrbahn geschleudert werden könnte, mit Schleuder- oder Abwehrbäumen versehen werden, während ein Riesweg seiner ganzen Länge nach an der thalwärts gekehrten Seite mit Wehrbäumen, streckenweise sogar mit Querschwellen belegt werden muß. Dieses Belegen einer Wegriese mit Abwehrhölzern wiederholt sich zudem alljährlich oder zum mindesten doch jedes

zweite Jahr und verursacht deshalb einen so hohen Arbeitsaufwand, weil die hiefür erforderlichen Stämme von der Einkehrstelle nach abwärts geschafft werden müssen, es wäre denn, daß ein Riesweg durch Altbestände führt, denen die erforderlichen Abwehrhölzer ohne Störung des Wirthschaftsplanes entnommen werden könnten.

Bei einem Rieswege mit starkem Gefälle darf das Zuliefern der Stämme nicht durch selbstthätiges Gleiten derselben geschehen, weil man es dann nicht mehr in seiner Hand hätte, die Stämme an jenen Punkten zum Stehen zu bringen, wo sie benöthigt werden, sondern es müssen die Stämme mit Menschenhand herabgezogen und, wenn erforderlich, noch überdies an Seile gehängt werden, eine Manipulation, die eben viel Zeit und Mühe erfordert.

5. Den Umstand, daß durch die Ablieferung von Hölzern auf Wegriesen das im Walde weidende Vieh gefährdet wird.

Der Nachtheil, daß durch ein selbstthätiges Niedergleiten der Hölzer auf Wegriesen das im Walde weidende Vieh gefährdet wird, tritt nur in den Alpenforsten, die bekanntlich noch mit zahlreichen Weiderechten belastet sind, in den Vordergrund und ist dort unbestritten von Bedeutung, nachdem das ausschließlich sich selbst überlassene Weidevieh die Wegriesen häufig betritt. In manchen Oertlichkeiten ist lediglich aus diesem Grunde der Sommerbetrieb auf Wegriesen geradezu unausführbar, weil einerseits eine Ueberwachung der ganzen Wegstrecke in ausreichendem Maße zu kostspielig und wohl auch nicht herzustellen wäre, während eine Beschädigung des Weideviehes, abgesehen von den Schadenersätzen, eine gewiß unliebsame Aufregung in der Bevölkerung hervorrufen würde. Dieser unleugbare Uebelstand in Verbindung mit dem Vorurtheile der Holzarbeiterschaft, daß der Betrieb von Wegriesen ihr einen wesentlichen Theil an Arbeitsverdienst entziehe, ist vorwiegend schuld daran, daß die Wegriesen in den Alpenforsten nur langsam Boden fassen können.

6. Die Beschädigung der den Wegriesen zunächst stehenden Bäume.

Ungeachtet aller Sorgfalt bei der Anlage und dem Baue einer Wegriese, ja selbst der sorgsamsten Ueberwachung des Lieferbetriebes wird es kaum zu vermeiden sein, daß ab und zu ein Stamm aus der Bahn springt und die zunächst der Gleitstrecke stehenden Bäume in einem mehr minder hohen Grade verletzt. Dieser Uebelstand wird sich dort am fühlbarsten geltend machen, wo Wegriesen mit ungünstigen Gefällsverhältnissen betrieben werden.

§. 24. Der Betrieb auf Wegriesen.

Nunmehr können wir zu dem eigentlichen Betriebe auf Wegriesen übergehen und jene Momente in Erwägung ziehen, welche den durchschnittlichen Arbeitsaufwand in der einen oder anderen Richtung beeinflussen können. Dahin zählen:

1. Die Länge der Gleitstrecke.

Sollen nicht Betriebsstörungen oder große Beschädigungen an der Wegstrecke eintreten, so dürfen erfahrungsgemäß die Stämme nur in bestimmten Zeitintervallen in die Gleitbahn eingeführt werden. Diese Pausen stehen zunächst mit der allgemeinen Beschaffenheit und Länge der Gleitstrecke im Zusammenhange und betragen im günstigen Falle

ein Drittel bis die Hälfte jenes Zeitraumes, dessen ein Stamm zum Passiren der gesammten Gleitstrecke bedarf. Es wird daher im Verhältniß der Zunahme der Rieswegslänge die Anzahl der abzuliefernden Stämme vermindert und der Arbeitsaufwand erhöht.

2. Das Gefälle der Gleitstrecke.

Wenn der Liefererfolg auf Wegrieſen das günstigste Leistungsergebniß gewähren soll, so muß das Gefälle in den einzelnen Theilstrecken, desgleichen auch das gesammte Durchschnittsgefälle von einer Art sein, daß weder ein Ausspringen, noch ein Sitzenbleiben der niedergleitenden Hölzer eintreten kann. In dem einen wie in dem anderen Falle würde der Betrieb gestört und verzögert und damit auch gleichzeitig der erforderliche Arbeitsaufwand in ungünstiger Weise wesentlich beeinflußt werden.

Eine zweckmäßige Vermittlung der starken Gefällsübergänge durch Zwischengefälle auf hinreichend langen Strecken ist wichtig, weil sonst die Stämme leicht ausspringen oder die Gleitbahn in nachtheiliger Weise aufwühlen würden. Eine weitgehende Gefällsausgleichung ist dagegen aus dem Grunde entbehrlich, weil ja einerseits Stämme mit sehr verschiedenem Gleitvermögen zur Abriesung kommen, während andererseits auch die Gleitgeschwindigkeit der Stämme durch eine entsprechende Wahl der Lieferzeit, durch Einlegen von Querschwellen, durch Nässen der Bahn u. s. w. auf künstlichem Wege geregelt werden kann.

3. Die Situation des Riesweges und die Beschaffenheit des Querprofiles der Gleitstrecke.

Sowohl die Situation, als auch die Weite des Querprofiles oder dessen sonstige Beschaffenheit, erstere namentlich mit Rücksicht auf Form und Größe der Curven, können bei unzweckmäßiger Anlage einerseits den Anlaß abgeben, daß niedergleitende Hölzer in Curven mit zu kleinem Radius sich verspreizen und sitzen bleiben, während andererseits das Bestreben der Hölzer, ihre einmal angenommene Gleitrichtung beizubehalten, an jenen Punkten, wo die Wegtrace sich wendet, zum Verlassen der Gleitbahn, beziehungsweise zum Ausspringen der Stämme führen wird, wenn nicht die Wehrhölzer dieser vermehrten Kraftäußerung den genügenden Widerstand entgegenzusetzen vermögen. An solchen Punkten müssen die Wehren angemessen erhöht und befestigt werden, weil sonst das Zuziehen und wiederholte Einführen der ausgesprungenen Hölzer in die Gleitbahn einen sehr großen Zeit- und Arbeitsaufwand nach sich ziehen würde. Von einer richtigen Anlage der Curven und einer ausreichenden Versicherung jener Stellen, wo die Stämme naturgemäß leicht ausspringen können, hängt ganz wesentlich der zu erzielende Leistungsaufwand auf Wegrieſen ab.

4. Die Art und Weise der Befestigung und Versicherung der Abwehrhölzer.

Schon bei Besprechung der Anlage und des Baues der Rieswege wurde empfohlen, der Rieswegkrone eine thalabwärts geneigte Richtung und den Querhölzern eine schiefe Stellung gegen die Abwehrhölzer zu geben, damit die niedergleitenden Hölzer gewissermaßen gezwungen werden, sich entlang der Abwehrhölzer fortzubewegen; denn nur auf diese Weise ist es möglich und erreichbar, die Weganlage vor einer weitgehenden Zerstörung durch die Rieshölzer zu bewahren. Es liegt nun auf der Hand, daß auf solche Weise die niedergleitenden Stämme auf die Abwehrbäume einen Druck üben müssen und

diese aus ihrer Lage herausdrängen werden, wenn nicht deren Versicherung und Festigung in genügender und dauernder Art veranlaßt wurde. Die aus ihrer Lage herausgerissenen oder ausgestoßenen Abwehrhölzer werden in den meisten Fällen in die Gleitstrecke einrollen und sodann entweder selbstthätig oder durch nachkommende Rieshölzer mit nach der Tiefe, beziehungsweise auf die Polterplätze geführt werden. Das Beschaffen neuer Abwehrhölzer erfordert aber einen Aufwand an Arbeit und Zeit, wodurch möglicherweise der Gesammtbetrieb verzögert und aufgehalten werden kann.

5. Die Anzahl der erforderlichen Rieshüter.

Soll der Betrieb einen ungestörten Fortgang nehmen, was im Interesse eines entsprechenden Erfolges nur erwünscht sein kann, so müssen längs der Gleitbahn, und zwar an all' jenen Stellen, wo voraussichtlich Betriebsstörungen leichter eintreten, verläßliche Wächter mit der Weisung aufgestellt werden, leichte Störungen an der Betriebsstrecke sofort zu beheben, bei größeren Unfällen aber die rechtzeitige Einstellung des Betriebes durch Signale oder Rufe zu veranlassen. Solche Hüter müssen auch aus polizeilichen Rücksichten an Punkten aufgestellt werden, wo der Riesweg einen stark benützten Fuß- oder Fahrweg übersetzt, oder wo ein Eindringen des Weideviehes in die Gleitstrecke zu befürchten steht. Es liegt nun auf der Hand, daß durch die Anzahl der Hüter die Betriebskosten und somit der Arbeitsaufwand wesentlich vergrößert werden können.

6. Die Beschaffenheit der abzuriesenden Stämme.

Mit der zunehmenden Gleitgeschwindigkeit wird der Leistungsaufwand im Allgemeinen, sowie auch die Möglichkeit, kleinere Hindernisse innerhalb der Gleitbahn zu bewältigen, gehoben. Die Gleitgeschwindigkeit wird aber gefördert, wenn die Stämme im nassen oder frisch entrindeten Zustande, namentlich, wenn die Entrindung noch zur Zeit der Saftcirculation vorgenommen werden konnte, zur Ablieferung gebracht werden. Aus den gleichen Gründen wird der Arbeitsaufwand sich bei schweren und langen Stämmen in Folge der größeren Gleitgeschwindigkeit ungleich günstiger als bei schwachem und kurzem Holze gestalten.

7. Die Lage der abzuriesenden Stämme.

Wo die Hölzer in ihrer vollen Baumlänge geriest werden sollen, fordert erfahrungsgemäß das Zuziehen, Zustreifen und Einführen der Stämme in die Gleitbahn der Wegriese einen bedeutenden Arbeitsaufwand, und ist es daher keineswegs gleichgiltig, wie etwa die abzuriesenden Hölzer liegen, namentlich ob sie gewendet werden müssen oder ob diese kostspielige und zeitraubende Manipulation entfallen kann.

Bei einer regelmäßigen Schlagführung hat man es selbstverständlich in der Hand, zu veranlassen, daß den Stämmen schon bei dem Abfällen die beste Lage gegeben werde, d. i. mit dem Stockende thalabwärts, und zwar in der Richtung gegen den Riesweg. Anders gestaltet sich die Sache bei Windbrüchen; denn hier wird ab und zu ein volles oder theilweises Wenden der Stämme nicht zu umgehen sein, wenn deren Ablieferung auf Wegriesen geplant werden sollte. Dieses letztere Arbeitserforderniß läßt sich zum Theil herabmindern, wenn die sehr langen, schweren und ungünstig liegenden Stämme getheilt werden; selbstverständlich ist das nur zulässig, wenn hiebei der Gebrauchs- oder Verkaufswerth nicht beeinträchtigt wird.

8. Die jeweilige Beschaffenheit der Bahn.

Eine rauhe, namentlich sehr steinige Gleitbahn wird die Gleitgeschwindigkeit verzögern; ja es kann diese Verzögerung unter Umständen einen Grad erreichen, daß die Stämme sitzen bleiben und durch die Arbeiter wiederholt in Bewegung gesetzt werden müssen. Dieser Uebelstand, der durch ein geringes, beziehungsweise ungenügendes Gefälle noch bedeutend gesteigert wird, läßt sich nur durch das Einlegen von Querhölzern oder Schwellen innerhalb der Gleitbahn beseitigen, weil eben nur auf diese Weise die Berührung der niedergleitenden Stämme mit dem Boden der Gleitstrecke und damit der hohe Grad der Reibung vermieden oder doch auf ein unschädliches Maß herabgesetzt werden kann.

Dem entgegen wird bei Eintritt von Regen oder Frost die Gleitgeschwindigkeit in einem solchen Maße gefördert, daß an Stellen, wo sich die Wegtrace wendet, ein Ausspringen der Hölzer zu befürchten steht, wenn nicht durch das Entfernen der Querschwellen oder durch Einwerfen von Sand, Schotter oder Geschiebe in die Gleitbahn die in einem solchen Falle erwünschte Reibung hervorgerufen wird. Wenn daher der zu erzielende Leistungsaufwand auf Wegrieſen entsprechen soll, so muß in der Gleitbahn, und zwar mit Berücksichtigung der jeweiligen Witterungsverhältnisse, ein solcher Grad von Glätte geschaffen werden, daß die abzurieſenden Stämme mit möglichster Gleitgeschwindigkeit, ohne jedoch Schaden zu nehmen oder den Betrieb zu stören, niedergleiten können.

9. Die Jahreszeit, innerhalb welcher der Riesweg benützt werden soll, die Beschaffenheit derselben und die Witterung während des Betriebes.

Es ist begreiflich, daß eine Wegrieſe mit einem günstigen Ergebnisse abschließen wird, wenn deren Anlage und insbesondere deren Gefälle eine Benützung im Sommer gestattet. Die langen Tage, der leichte Zugang zum Arbeitsorte, der mindere Einfluß der Witterung, die Möglichkeit, die Hölzer im entrindeten und glatten Zustand zur Ablieferung zu bringen, die leichtere Aufbereitung der Hölzer am Verleerplatze u. s. w. werden als förderliche Momente unbestritten den erforderlichen Arbeitsaufwand bei der Lieferung in günstiger Weise beeinflussen.

Anders aber gestaltet sich die Sache, wenn ein Riesweg in Folge des geringen Gefälles oder einer felsigen oder grobsteinigen Gleitbahn nur bei gefrorenem oder schneebedecktem Boden benützt werden kann. Dadurch wird der Betrieb an bestimmte elementare Bedingungen gebunden und kann beispielsweise durch größere Schneefälle erschwert werden, wenn nicht etwa ganz in Frage kommen.

Unbestritten hat die Benützung der Rieswege zur Zeit einer Schneebahn auch ihre Vorzüge, indem die niedergleitenden Stämme in einem untergeordneten Maße beschädigt werden; dagegen wird das stete Offenhalten der Gleitbahn einen namhaften Aufwand an Arbeit erheischen, während gleichzeitig die Möglichkeit des Ausspringens der niedergleitenden Hölzer in einem nicht unbeträchtlichen Grade gesteigert wird, welchem Umstande durch eine entsprechende Erhöhung der seitlichen Abwehren Rechnung getragen werden muß.

Auch die jeweiligen Witterungsverhältnisse äußern ihren Einfluß auf den Betrieb in verschiedener Art. So wird nasses Wetter im Sommer das Niedergleiten der Stämme beschleunigen, mächtige Schneefälle im Winter hingegen dasselbe verzögern und wird sonach der durchschnittliche Arbeitsaufwand vermindert oder gesteigert.

10. Die Beschaffenheit des Einkehr- und Verleerplatzes.

Gut und zweckmäßig angelegte Verleerplätze sind von einer eminenten, unter Umständen sogar von ausschlaggebender Bedeutung für die Erzielung eines günstigen Lieferaufwandes.

Es ist leicht begreiflich, daß auf jenen Rieswegen, auf denen wegen ungünstiger Lage des Riesmundes oder der Einkehr die langen und schweren Stämme auf größeren Strecken hingezogen werden müssen, ehe sie in den Riesweg eingeführt werden können, der Arbeitsaufwand in einer außer allem Verhältnisse stehenden Weise anschwellen kann. Einen ähnlich ungünstigen Einfluß auf den Arbeitsaufwand üben jene Verleerplätze, welche in Folge beschränkten Fassungsraumes öfters geleert werden müssen. Das Freimachen der Räume des Verleerplatzes bedingt eine Unterbrechung des Betriebes, und da zu dieser Arbeit zunächst die Rieshüter herangezogen zu werden pflegen, so geht einerseits schon dadurch viel Zeit verloren, und können andererseits auch die an der Ankehr beschäftigten Arbeiter während solcher Pausen nicht immer in zureichendem Maße durch allfälliges Zuziehen der zum Abliefern bestimmten Stämme beschäftigt werden. Am ungünstigsten wird der Betrieb sich anlassen, wenn der Verleerplatz von einer solchen Beschaffenheit ist, daß jeder ankommende Stamm sofort entfernt werden muß; denn in einem solchen Falle müssen am Verleer- oder Polterplatze mehrere Arbeiter beständig vorhanden sein und darf das Abriesen erst fortgesetzt werden, wenn der am Verleerplatze angelangte Stamm wieder entfernt worden ist.

11. Die Gewandtheit der Arbeiter und die Art ihrer Führung und Anleitung.*

Bei dem Betriebe der Wegriese spielt die Bestimmung, wo und wie viel Hüter längs der Strecke aufzustellen seien, namentlich vom financiellen Standpunkte aus besehen, eine große Rolle; denn ein rasches und verständiges Eingreifen der Rieshüter bei Betriebsstörungen untergeordneten Umfanges bleibt nicht ohne merklichen Einfluß auf den allgemeinen Leistungsaufwand. Desgleichen muß auch an der Einkehr und am Verleerplatze die den örtlichen Anforderungen entsprechende Anzahl von Arbeitskräften vorhanden sein, damit nicht Unterbrechungen oder Pausen eintreten, welche einen Theil der Arbeiter ohne Beschäftigung lassen würden.

§. 25. Arbeitsaufwand beim Baue der Rieswege und bei der Holzausbringung auf letzteren.

Die Anlagekosten eines Rieseweges werden bedingt:

a) von der Beschaffenheit des Bodens;
b) von der Größe der nothwendigen Erdbewegung;
c) von dem Umfange, in welchem ein Riesweg mit Abwehrhölzern und Querschwellen belegt werden muß;

---

* Zur Beurtheilung des Einflusses, welchen die Gewandtheit, speciell aber die Vertrautheit der Arbeiterschaft mit einer bestimmten Liefermethode auszuüben vermag, soll beispielsweise nur erwähnt werden, daß im österreichischen Salzkammergute auf dem im Jahre 1877 erbauten Rieswege im Brachbergwalde des Forstbezirkes Ischl im ersten Betriebsjahre das Gewinnen und Abliefern eines fm^3 Bau- und Blochholz einen Arbeitsaufwand von 3·10 Tagschichten erforderte, während schon in den Jahren 1879 und 1880 der Arbeitsaufwand bei der Gewinnung und Lieferung des Blochholzes 2·68, bei der des Bauholzes 2·20—2·65 Tagwerke per fm^3 und das auf der vollständig ausgebauten, also auf einer längeren Rieswegstrecke als der des Jahres 1877, betrug.

d) von den mehr oder minderen Schwierigkeiten im Punkte der Beischaffung und Zulieferung der erforderlichen Wehrhölzer und

e) von der Größe und Anzahl der erforderlichen Objecte und Vorkehrungen für die Ableitung der Tagwässer.

Baukostenaufwand. *

Der laufende Meter Rieswegherstellung bei einer Wegbreite von 1—1·5 m erfordert einschließlich der nothwendigen Belegung mit Wehrbäumen, Querschwellen, der Herstellung von Ueberbrückungen kleiner Gräben u. dgl.:

a) unter sehr günstigen Verhältnissen und in Voraussetzung naher Zulieferung der Wehrhölzer 0·2;

b) im festeren und steinigen Boden bei erschwerter Zulieferung der Wehrhölzer 0·5;

c) im festen Boden, wo zum Theile Steinblöcke abgesprengt oder Stöcke gerodet werden müssen, und bei weiter und sehr erschwerter Beilieferung der Wehrhölzer 0·8 Tagschicht.

Größere Erdbewegungen, Stütz- oder Böschungsmauern sind nach den allgemeinen Ansätzen beim Wegbaue, nach Einheitspreisen zu berechnen oder zu veranschlagen.

Die Tabelle VII enthält den durchschnittlichen Arbeitsaufwand bei dem Abliefern von Stammstücken und ganzen Stämmen auf künstlich angelegten Wegriesen, exclusive des Arbeitsaufwandes, den das Fällen, Ausästen, Entrinden und Zuschaffen der Hölzer zum Riesmunde verursacht.

III. Capitel: Die Riesen aus Holz.

§. 26. Die Holzriesen im Allgemeinen.

Die Holzriesen sind aus Stangen oder Stammstücken halbkreisförmig zusammengefügte Rinnen, in welchen die Hölzer durch selbstthätiges Gleiten von den Berghängen oder Hochebenen nach den Haupt- und Seitenthälern, zu den Lagerplätzen oder den Triftbächen geliefert werden. Gewöhnlich bestehen die einfachen Riesen aus sechs Hölzern **, und unterscheiden wir mit Rücksicht auf das Querprofil einer Riese drei Haupttypen, und zwar:

a) ganzgesattelte Riesen,
b) halbgesattelte Riesen,
c) ungesattelte Riesen.

Wenn wir die in den Alpen üblichen Benennungen der Riesbäume, d. h. jener Stangen oder Stammstücke, aus denen die Gleitbahn der Riese hergestellt wird, beibehalten und die im Mittel der Unterstützung (Joche) am tiefsten gelegten zwei Riesbäume „Bodenbäume“ ***, die beiderseits nächst höher gelegenen „Wehrer“ und die auf die Wehrer aufgelagerten, beziehentlich die Riese abschließenden Riesbäume Sattelhölzer benennen, so besteht der Querschnitt einer ganzgesattelten Riese, d. i. einer Riese

---

* Der Güte des Herrn Forstverwalters Gayer zu Wolfach im Schwarzwalde verdankt der Verfasser dieses nachstehendes statistische Materiale:

Im Forstbezirke Wolfach sind 120 km Rieswege im Betrieb. Die durchschnittliche Länge eines Rieseweges beträgt 1½ km. Zum Betriebe werden auf einem Rieswege von dieser Länge 11—13 Arbeiter, nd zwar 3 Mann bei der Ankehr, 5 Mann auf dem Verleerplatze und 3—5 Mann innerhalb der Riese enöthigt. Die Tagesleistung schwankt zwischen 60—70 fm³, und es erfordert daher das Abriesen eines m³ 0·15—0·21 Tagschicht. Der Erhaltungsaufwand beträgt nach einem großen Durchschnitte 21 Tagschichten per km oder 0·021 Tagschicht per laufenden Meter. Das Gefälle schwankt zwischen 10—30%, nd die Gleitgeschwindigkeit der Rieshölzer zwischen 4·2 und 5·5 m per Secunde. Das Belegen eines Rieseges mit Abwehrbäumen und Querschwellen erfordert per km 5·3 Ochsenfuhrtagschichten, 23·0 Handeitertagschichten und 4 Bund Wieden zum Befestigen der Wehrbäume.

** Die Gleitrinne einer Langholzriese besteht aus 8—11 Hölzern.

*** Dachbäume, Birer, Birl, Dabirl, Bichlbäume.

erster Ordnung, aus zwei Bodenbäumen, zwei Wehrern und mindestens aus zwei Sattelhölzern; der Querschnitt einer Riese zweiter Ordnung oder einer halbgesattelten oder halbübersattelten Riese aus zwei Bodenbäumen, zwei Wehrern und bloß auf einer Seite mindestens aus einem Sattel, während bei einem Querschnitte der Riese dritter Ordnung, einer ungesattelten Riese also, die Sattelhölzer gänzlich fehlen und nur zwei Bodenbäume und zwei Wehrer vorhanden sind.

Wird die Riese fester gefügt und entsprechend gedichtet, so zwar, daß das Abliefern der Hölzer mit Hilfe von Wasser, welches in die Gleitrinne der Riese eingeleitet wird, bewerkstelligt werden kann, so nennen wir eine derartige Riese eine Wasserriese, welche somit eine vierte Type unter den üblichen Rieswerken bildet.

Mit Rücksicht auf die erforderlichen Gefällsverhältnisse lassen sich die Rieswerke in zwei Gruppen untertheilen, und zwar:

a) Trocken-, Feucht- oder Nässerieſen, d. h. Rieſen mit sehr starkem Gefälle, in denen die Hölzer selbstthätig gleiten, wenn die Riesbäume trocken, feucht oder naß oder mit einer dünnen Schneeschicht bedeckt sein können;

b) Eis- oder Kälterieſen mit mäßigem Gefälle, wobei der gefrorene und stark beeiste Zustand der Rieshölzer eines der ersten Erfordernisse ist, wenn das Abgleiten der Hölzer auf ihnen überhaupt oder mit dem nöthigen Erfolge betrieben werden soll.

Wir müssen daher mit Rücksicht auf das Gefälle, beziehungsweise mit Rücksicht auf den hiedurch bedingten Zustand der Riese unterscheiden:

1. Trockenrieſen,
2. Naßrieſen,
3. Schneerieſen,
4. Eisrieſen.

Die Trockenrieſen haben das stärkste, die Eisrieſen das schwächste Gefälle.

Betrachten wir die Rieswerke nach ihrem Gebrauchszwecke, so lassen sich selbe noch weiter unterabtheilen, wie folgt:

1. Hauptrieſen,
2. Neben- oder Zurieſen,
3. Stückrieſen,
4. Abziehrieſen,
5. Astachrieſen,
6. Schutzrieſen,
7. Wechſelrieſen.

Hauptrieſen sind ständige Rieſen, also Rieswerke, welche für längere Zeiträume in Aussicht genommen sind und daher zunächst in den Haupt- und bedeutenderen Nebenthälern gelegt werden. Sie erhalten daher mit Rücksicht auf die längere Dauer ihrer Verwendung auch eine festere und solidere Anlage und Ausführung sowohl im Ober- als Unterbau. In die Hauptrieſe münden die Neben- und Zurieſen ein. Jene Theile einer Hauptrieſe, die durch einen Wurf getrennt sind, werden als Stückrieſen bezeichnet. Kürzere Verbindungsrieſen zwischen den Zieh- und Leitwegen werden Abziehrieſen genannt. Dagegen sind unter Astachrieſen (auch Mais-, Koth- oder Schlagrieſen geheißen) ungesattelte Rieſen zu verstehen, welche zum Zwecke eines erleichterten Zulieferns der Hölzer in den Schlägen angelegt und nach Bedürfniß übertragen werden können. Wird eine

kurze Riese lediglich zu dem Zwecke angelegt, um beim Abpirschen der Hölzer die Bestände zu schützen, so heißt ein solches Riesstück eine Schutzriese. Ist dagegen innerhalb der Riese ein Wechsel angebracht, der das Ablassen von Holz nach verschiedenen Verleer- oder Polterplätzen gestattet, dann wird eine derart construirte Riese als Wechselriese bezeichnet.

Weitere, freilich nur mehr nebensächliche Unterabtheilungen treten allenfalls noch dann hervor, wenn die Form der abzuliefernden Hölzer berücksichtigt wird. Es liegt auf der Hand, daß mit der zunehmenden Schwere und Länge der abzuriesenden Hölzer auch der gesammte Bau des Rieswerkes im Punkte der Ausführung gleichen Schritt halten müsse, wenn nicht seinerzeit nachtheilige Betriebsstörungen eintreten sollen, d. h. es muß die Situation, namentlich aber der gesammte Ober- und Unterbau den an die Riese gestellten Festigkeitsanforderungen gewachsen sein. Es können somit die Trocken-, Naß-, Schnee- und Eisriesen mit Rücksicht auf Form und Beschaffenheit der zur Ablieferung bestimmten Hölzer noch sein:

1. Stamm- oder Langholzriesen,
2. Klotz- oder Blochholzriesen,
3. Drehlingriesen und
4. Scheitholzriesen.

§. 27. Die Bestandtheile der Riesen.

1. Der Unterbau.

Wo es die Terrainverhältnisse nicht gestatten, den Rieskörper unmittelbar auf oder in den Boden einzulegen, dort muß die eigentliche Gleitbahn der Riese durch Stützen, die wir kurzweg Joche nennen, getragen werden. Die Construction der Joche ist eine sehr verschiedene und wird durch die Terrainverhältnisse, beziehungsweise ihre Höhe und den Festigkeitsgrad der Riese bedingt. Von den am häufigsten angewendeten Jochconstructionen sollen die nachstehenden Formen Erwähnung finden:

a) Das Koth- oder einfache Erdjoch. Wenn die Riese nur in einer sehr mäßigen Erhebung über dem Erdboden geführt werden soll, dann genügt als Unterlage ein oder mehrere 2 m lange Drehlinge (A, Fig. 10).

b) Das Leg- oder Halbkastenjoch (B, Fig. 10) findet seine Anwendung für gewöhnlich dort, wo es sich in steil abfallenden Berghängen um die nothwendige Gefällsverminderung der Riese handelt.

c) Das Kastenjoch wird 1—3 m hoch aus kastenförmig übereinander gelegten Rundhölzern hergestellt, welche wieder untereinander mit Holznägeln entsprechend befestigt werden.

d) Das einfache Hochjoch (Fig. 11).

e) Das Kreuzjoch (Fig. 12, 13, 14) besteht aus einem oberen und unteren Querholze und zwei kreuzweise verstrebten Säulen.

f) Das Krall- oder Kreiljoch hat anstatt der zwei Kreuzstreben des Kreuzjoches eine beiderseits verstrebte Mittelsäule.

g) Das Hundjoch (Fig. 15).

h) Das Durchzugjoch.

Dasselbe besteht aus einem einfachen Stammstücke, welches quer über einen engen Graben gelegt und mit seinen Enden in die Berghänge befestigt wird. Oefter tritt noch eine Mittelsäule als Verstärkung hinzu.

Die beiden letztaufgeführten Jochconstructionen sind nicht nur äußerst einfach, sondern erheischen obendrein nur wenig Holz und werden daher in engen Gräben mit vielem Vortheile angewendet, während das Kastenjoch mit Rücksicht auf die große Holzverschwendung, die dabei mit unterläuft, nur in Ausnahmsfällen zur Anwendung gelangen soll.

Eine Grundbedingung bleibt beim Unterbaue die Einhaltung der Regel, jede complicirte Construction zu vermeiden und den erforderlichen Festigkeitsgrad durch einfache Formen anzustreben; denn es wird beiweitem nicht immer die Festigkeit eines Joches durch eine große Anzahl von verschieden gestellten Streben und Stützen in einem derartigen Verhältnisse erhöht, daß dieses mit dem Aufwande hiefür in Einklang zu stellen wäre.

Die Stärke der zum Jochbaue erforderlichen Hölzer wird durch den Zweck der Riese bedingt, ob nämlich auf derselben leichte oder schwere Hölzer zur Ablieferung gelangen sollen.

Wenn die Riese sehr hoch über dem Boden, beispielsweise über ein Seitenthal hinweggeführt werden soll, dann müssen die Joche in zwei bis drei Etagen auf einander gestellt und unter einander durch zweckmäßig angebrachte Streben, Bänder, Riegelhölzer versteift werden (Fig. 13).

Außer den Hauptjochen kommen noch Zwischenjoche oder sogenannte Blachen vor, die aber in ihrer Construction mit den Hauptjochen übereinstimmen.

Das Querholz, worauf unmittelbar der Körper der Riese gelegt wird, heißt bei dem Koth-, Leg-, Kasten-, Kreuz- und Kreiljoche der Jochdrehling, während bei dem Hund- und Durchzugjoch das Tragholz kurzweg als Hund oder Durchzug bezeichnet wird.

2. Der Oberbau.

Unter Oberbau verstehen wir den eigentlichen Körper der Riese oder Gleitbahn und die zur Verfestigung der Wehr- und Sattelhölzer erforderlichen Streben und Stützen.

Die Gleitrinne besteht aus Fächern oder Theilstücken, deren Länge zwischen 6 bis 8 m schwankt. Der Stoß, d. i. jener Punkt, wo zwei Fächer ineinandergreifen, muß stets durch ein Hauptjoch unterstützt sein, während zur Vermeidung von Schwankungen der Bodenbäume diese letzteren selber inmitten eines jeden Faches durch das Blachjoch die nothwendige Versteifung erhalten.

Auf das oberste Querholz eines Joches oder auf den Jochdrehling werden die zwei Bodenbäume circa 8 cm tief eingelassen, beziehungsweise es werden in den Jochdrehling zwei Kerben von obiger Tiefe und in einer Breite, welche jener der Bodenbäume entspricht, eingehauen. Man nennt diese zwei Kerben den Aufschlag. Neben den Bodenbäumen werden die Wehrhölzer auf die Jochdrehlinge gelegt und mit Holznägeln gehörig befestigt. Auf den Wehrbäumen ruhen nach Maßgabe des Umstandes, ob die Riese halb oder ganz gesattelt ist, und bis zu welcher Höhe etwa die Aufsattelung hinanreichen muß, die Sattelhölzer, die einerseits mit den Wehrbäumen durch 5—8 cm starke Holznägel verbunden, andererseits durch Streben festgehalten werden. Diese Streben stehen auf dem Boden, lehnen sich an die Jochdrehlinge an und sind oberhalb der letzteren in die Sattelbäume eingelassen.

Für gewöhnliche Riesen genügt es, wenn den Bodenbäumen eine Stärke von 10 bis 13 cm, den Wehrbäumen von 13—16 cm und den Sattelhölzern eine solche von 21 bis 26 cm gegeben wird.

Aus den sechs oder auch noch mehr Riesbäumen wird bei einer Hauptriese eine halbkreisförmige Gleitrinne mit einer oberen Weite von 1—1·2 m derart gebildet, daß die Hölzer mit dem schwachen Ende nach abwärts zu liegen kommen und in das dicke Ende des nächst tieferen Riesholzes eingelassen werden. Die Verbindungsstelle — das Oehrl oder Riesöhrl — wird mit einer eigens dafür bestimmten Hacke hergestellt (Fig. 16) und ist ein schief eingeschnittener, an der Basis ausgehöhlter Einhieb. Manchmal wird der nächst höhere Riesbaum auf den unterhalb gelegenen aufgeplattet und mit einem Holznagel befestigt. Die ersteren Riesen nennt man Ohrenriesen, die letzteren genagelte Riesen.

In manchen Gegenden legt man auch die Riesbäume umgekehrt, d. h. mit dem starken Ende nach abwärts, und stoßt die unteren Riesbäume nur einfach an. Durch den Ausfall einer weiteren Befestigung der Riesbäume untereinander wird aber der Bauaufwand nicht unwesentlich vermindert; doch sind in einem solchen Falle Betriebsstörungen unvermeidlich, wenn sich nämlich die Riesbäume werfen und das schwache Ende sodann über das dicke des nächst höheren Riesbaumes emporstehen sollte.

Wesentlich ist es, die Riesbäume derart in- oder aufeinander zu befestigen, daß kein Theil derselben emporragt, wodurch Störungen im Betriebe oder Beschädigungen der Riese nothwendig eintreten müßten. Dagegen können oder müssen zwischen den einzelnen Riesbäumen ziemlich weite Fugen offen stehen, damit die Holzspäne und der in der Gleitrinne sich lagernde Schnee hindurchfallen können, d. h. es besorgen sodann die gleitenden Hölzer selbstthätig das nothwendige Reinhalten der Gleitrinne.

Die Gleitrinne einer Langholzriese wird gewöhnlich aus zwei bis drei Bodenbäumen, vier Wehrbäumen und zwei Sattelhölzern gebildet; mitunter erhält dieselbe noch zwei weitere Hölzer als Uebersattel.

3. Der Wurf und das Wurffach.

Jener Raum, welcher für die unmittelbare Aufnahme der abgerieſten Hölzer bestimmt ist und dicht unterhalb des letzten oder untersten Riesfaches liegt, heißt der Wurfplatz oder Wurf und das letzte Fach der Riese das Wurffach. Das Wurffach muß an sich solider hergestellt werden, weil es eben dem directen Anpralle der niedergleitenden Hölzer ausgesetzt ist; es muß aber weiters auch eine derartige Construction haben, daß die geriesten Hölzer, ohne bedeutenden Schaden zu nehmen, ausgeworfen werden. Die Bodenbäume und Wehrer sind mit dem Jochdrehling des Haupt- und Blachjoches mittelst Holznägel möglichst fest zu verbinden. Damit ferner das Holz bogenförmig ausgeworfen werde, erhält das Wurffach ein mäßiges Gegengefälle, beziehungsweise eine kleine Gegensteigung. Sollte auf diese Art der gewünschte Zweck nicht erreicht, beziehungsweise das gerieste Holz nicht in entsprechender Weite und Höhe ausgeworfen werden, dann wird das Wurffach mit einem eigenen „Wurf“ (Gilze, Riegel) verbunden. Dieser Wurf ist mitunter beweglich, so zwar, daß die durch ihn erzielte Wurfweite nach Bedarf geregelt werden kann. Außerdem bietet er auch noch den Vorzug, daß die Hölzer, trotzdem sie bedeutend weiter geschleudert werden, nichtsdestoweniger einer nur geringfügigen Beschädigung unterliegen, indem sie in Folge der Beschaffenheit des Wurfes in der Fallstrecke eine rotirende Bewegung annehmen und auf die Stirnfläche auffallen. Wird das Wurffach in einer mäßigen Höhe über dem

Boden gelegt, dann empfiehlt sich für das letzte Joch die solide Kastenconstruction oder doch ein gut und fest verstrebtes Kreuz- und Krallјoch.

Für eine bloße Scheitholzriese genügt es, am unteren Joche des Wurffaches ein hartes Stück Holz zu befestigen und etwas schief nach aufwärts zu stellen, während für stärkere Rundhölzer vor das letzte Joch ein zweites — Krall- oder Kreuzjoch — aufgestellt werden muß, auf welches sodann zwei bis drei harte Hölzer (Zangen) in einem stumpfen Winkel gegen das Wurffach derart gelegt werden, daß sie mit den gegen die Riese gekehrten Enden unmittelbar auf dem Boden aufliegen. Die Zangen werden beiderseits von Sattelhölzern eingeschlossen.

In manchen Oertlichkeiten wird das Wurffach etwas kürzer angelegt, und es kommt an Stelle der Bodenbäume ein gleich breites, gegen die Ausmündungen nach aufwärts gebogenes, beziehungsweise ausgehöhltes Buchenstück in Anwendung.

Fig. 17 ist der Wurf einer Hauptriese für die Lieferung von 2 m langen Brennholzdrehlingen und Fig. 18 das Wurffach einer Wasserriese.

Die Gefälls- und Situationsverhältnisse, wie solche im Hochgebirge nur gar zu häufig anzutreffen sind, zwingen oft, nachdem über eine bestimmte Gefällsgrenze nicht hinausgegangen werden darf, zur Unterbrechung der Riese. Derartige Unterbrechungen heißen Würfe oder Schmatze, die einzelnen Riesstücke (Stückriesen) Gänge.

4. Die Ankehr oder Tafel der Riese

heißt das oberste, beziehungsweise erste Fach der Riese. Die Einkehrstelle wird zum Zwecke einer besseren Einführung der Hölzer circa 1·6—2·0 m breit angelegt, und geht diese anfängliche Riesbahnbreite erst beim dritten oder vierten Fache in die Normalbreite über.

5. Wechsel

sind kurze, ungesattelte Riesen, die innerhalb eines Wurfplatzes gelegt werden, um die in einem Haufen abgeworfenen Hölzer leichter auflegen und in die Hauptriese einkehren und weiterschießen zu können.

Wenn eine Hauptriese gegen den Verleer- oder Polterplatz mehrfach abgezweigt wird, um die Hölzer wegen allfälligen Raummangels an verschiedenen Plätzen abzulagern, dann nennt man eine derartige Nebenriese gleichfalls einen Wechsel. Ein solcher wird mit der Hauptriese in der Weise verbunden, daß durch die einfache Verlegung eines Sattelbaumes nach Bedarf das eine oder das andere Riesende zum Verleeren der Hölzer benützt werden kann.

6. Holzfänge oder Moischen

sind Vorkehrungen, um die auf einem Wurfplatz abgeschossenen Hölzer zu fangen und in die Riesfortsetzung oder in den nächsten Gang der Hauptriese leichter einführen oder abschießen zu können. Zu diesem Zwecke werden unterhalb der Abwurfstelle auf einem geeigneten, etwas ebenen Platze aus unbehauenen Stammstücken drei Wände (Fig. 19) a, b, c in der dargestellten Weise aufgeführt. Die Höhe dieser Wände schwankt zwischen 3—5 m; die Mittel- oder Hauptwand a wird 6—8 m lang angelegt, während die unter einem stumpfen Winkel nach aufwärts geführten Seitenwände b und c etwas kürzer gehalten werden können. Die Moischen sind entweder

a) offene, oder

b) geschlossene.

Die ersteren werden zwischen den Stückriesen, die letzteren auf dem untersten Wurfplatze angelegt, wo die Hölzer auf Zug- oder Fahrstraßen weiter verführt werden sollen. Bei den offenen Moischen ist in der Hauptwand eine 1—2 m breite und 0·7—1·0 m hohe Oeffnung angebracht, durch welche der unterste Gang der Riese, und zwar in einer ungesattelten und fächerförmig erweiterten Form, bis in den abgeschlossenen Raum des Fanges (Einleitriese) emporragt. Während des Abriesens im oberen Gange wird die Oeffnung in der Hauptwand der Moische, das Moischenloch, mit Spindeln oder Rundholzstücken abgeschlossen und erst dann geöffnet, wenn die in der Moische angesammelten Hölzer in den unteren Gang theils durch selbstthätiges Gleiten, theils durch Arbeiter mit Zuhilfenahme von Griesbeilen und Sapinen eingeführt, beziehungsweise weitergeschossen (geriest) werden sollen. Die geschlossene Moische gleicht in ihrer Construction der offenen, nur entfällt bei ihr das Moischenloch; dagegen kann ein Theil der Seitenwände nach erfolgter Abriesung entfernt werden, damit die Weiterlieferung anstandslos vor sich gehen könne.

7. Hemmvorrichtung.

Sind die Witterungsumstände während des Riesgeschäftes sehr günstig, so nehmen die Hölzer in langen Riesen eine derart hohe Gleitgeschwindigkeit an, daß ein Ausspringen derselben, Störungen des Betriebes, Beschädigungen des Ober- und Unterbaues der Riese zu den nahen Möglichkeiten gehören. Zum Zwecke der Hintanhaltung dessen wird an einem günstigen Punkte rechts und links der Gleitbahn eine im Boden fest verankerte Säule aufgestellt und gleichzeitig mit den Sattelhölzern verbunden. Oberhalb der Gleitrinne werden die Säulen durch ein Querholz verbunden, an dem die in Fig. 20 dargestellten zwei beweglichen, 6—8 m langen und 24—26 cm im Mittel starken Stammstücke a hängen, während ihre Enden auf den Bodenbäumen der Riese aufliegen. Die selbstthätig niedergleitenden Hölzer müssen nun diese eingehängten Stammstücke emporheben, wodurch deren Gleitgeschwindigkeit vermindert wird. Ist eine Hemmung entbehrlich, so werden die eingehängten Stammstücke aus der Riese gehoben und beiderseits auf die Sattelbäume gelegt.

Eine solche Vorrichtung heißt ein „Wolf“ und die Hemmhölzer „Wolfbäume“. In jenem Fache, wo die Wolfbäume aufliegen, müssen die Bodenbäume entweder eine größere Stärkedimension erhalten, oder sind aus hartem Holze herzustellen, weil sie in Folge der bedeutenderen Reibung einer schnelleren Abnützung unterliegen.

§. 28. Allgemeine Regeln bei dem Baue der Holzriesen.

Bei Ermittlung der Richtung, in welcher eine Riese geführt werden soll, und bei dem thatsächlichen Bau derselben, wäre noch Folgendes zu beachten:

1. Muß der Beginn der Riese oder die Einkehrstelle derart gewählt werden, daß die seinerzeitige Beischaffung der Hölzer keine weiteren Schwierigkeiten verursacht, d. h. mit dem zulässig geringsten Aufwande an Kosten durchgeführt werden kann.

2. Ist in gleicher Weise auch für einen günstig gelegenen Verleer- oder Polterplatz zu sorgen und die Art und Form der Weiterlieferung in Betracht zu ziehen.

3. Gilt, wie bei den Wegriesen, auch bei den Holzriesen der Grundsatz, der Anfangs- oder Ankehrstrecke das größte, der Endstrecke dagegen das kleinste Gefälle zu geben, um

die Bewegung der niedergleitenden Hölzer von einer beschleunigten auf eine gleichförmige oder verzögerte zu ermäßigen. *

Das selbstthätige Gleiten der Hölzer in einer Riese erfolgt nach dem Gesetze der Bewegung eines Körpers auf einer schiefen Ebene.

Bezeichnen wir die Last des gleitenden Körpers mit Q, den Druck, den derselbe auf seine Unterlage ausübt, mit D und das Bestreben, auf der schiefen Ebene niederzugleiten, mit K, so ist, wenn die schiefe Ebene unter einem Winkel α geneigt sein sollte,

$$D = Q \cdot \cos \alpha, \text{ und } K = Q \sin \alpha.$$

Der Druck auf die Unterlage wird durch die Festigkeit derselben aufgehoben, während die Zugkraft, wenn sie jene Größe erlangt, daß der Körper in selbstthätiges Gleiten kommt, den letzteren in eine gleichförmig beschleunigte Bewegung versetzen wird. Der Zugkraft wirkt einerseits der Widerstand der Luft, andererseits die Reibung entgegen, und kann jener füglich unberücksichtigt bleiben, während diese unter Umständen eine bedeutende Größe zu erreichen vermag. Es wird daher die Gleitkraft um das Product aus dem Drucke D und dem Reibungscoefficienten f vermindert und es ist

$$K = Q \sin \alpha - f \cdot Q \cos \alpha.$$

Die Beschleunigung der Geschwindigkeit G ist nach der bekannten Formel $G = g \times \frac{K}{Q}$, wobei g die Acceleration der Schwere = 9·81 m bedeutet; wenn für K und Q obige Werthe eingeführt werden, so ist $G = g (\sin \alpha - f \cos \alpha)$.

Wollen wir jenen äußersten Winkel bestimmen (und das ist bei der Anlage von Riesen von Wichtigkeit), bei welchem die auf einer schiefen Ebene liegende Last noch in Ruhe bleibt, dann braucht man nur in der Formel $K = Q (\sin \alpha - f . \cos \alpha)$ die Zugkraft K gleich 0 zu setzen, so ist $Q \sin \alpha = f . Q . \cos \alpha$ oder $\text{tang } \alpha = f \ldots . 1.$

Nachdem die Größe des Steigungswinkels einer Riese die Bewegung der selbstthätig gleitenden Hölzer beschleunigen oder verzögern kann, so ist auch ein Steigungswinkel denkbar, bei welchem die einmal erlangte Bewegung gleichförmig bleibt. Man bezeichnet diesen Winkel als Reibungswinkel der Bewegung und ist dessen Tangente gleich dem Reibungscoefficienten der Bewegung. Um nun das Gefälle einer Riese zu bestimmen, bedarf es der Kenntniß der Reibungscoefficienten unter den verschiedensten Verhältnissen, aus denen sodann der Reibungswinkel der Bewegung nach der Formel 1 berechnet werden kann.

Solche Reibungscoefficienten der Bewegung sind von K. Petraschek in der Weise ermittelt worden, daß er auf einer Riese von gleichem und bekanntem Gefälle α jene Zeit t beobachtete, die ein gleitender Holzkörper, dessen Anfangsgeschwindigkeit 0 war, benöthigte, um eine bestimmte Länge l der fraglichen Riese zu durchlaufen. Der Reibungscoefficient wurde aus der bekannten Formel

$$f = \text{tang } \alpha - \frac{2 . l}{g . t^2 . \cos \alpha} \text{ berechnet.}$$

Die auf diese Weise von Petraschek ermittelten Reibungscoefficienten der Bewegung und die entsprechenden Reibungswinkel enthält die Tabelle VIII.

---

* „Oesterreichische Monatsschrift," Band XIX, p. 185: „Steigung der Holzriesen und der zum Holztransporte dienenden Eisenbahnen," von K. Breymann.

„Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs," I. Heft, 1877, p. 149: „Das Gefälle der Holzriesen und Untersuchungen über die gleitende Reibung auf denselben," von K. Petraschek.

Handelt es sich um die Berechnung der Endgeschwindigkeit eines gleitenden Körpers bei bekannter Länge, Steigung und Reibung der Riese, so ist

$$v = \sqrt{2\,G.l} = \sqrt{2\,g\,(\sin\alpha - f.\cos\alpha)\,l}$$

oder die Länge der Riese bei gegebener Endgeschwindigkeit

$$l = \frac{v^2}{2\,g\,(\sin\alpha - f.\cos\alpha)}$$

und wenn der gleitende Körper mit der Geschwindigkeit c an die Strecke l herangekommen ist, so ist

$$l = \frac{v^2 - c^2}{2\,g\,(\sin\alpha - f.\cos\alpha)}$$

Aus der letzteren Formel läßt sich jene Riesstrecke berechnen, die noch ohne Gefährdung der Bahn und der Rieshölzer mit einem stärkeren Gefälle aus baulichen oder localen Verhältnissen angelegt werden kann.

Nach den Beobachtungen Petraschek's gleiten Scheite und 2 m lange Rundholzstücke (Drehlinge) bei einer Geschwindigkeit von 9—12, Klötze (Bloche) und Stämme bei einer solchen von 3—5 m per Secunde, und erleiden hiebei auch die abgeriesten Hölzer den zulässig geringsten Verlust. Selbstverständlich muß nach einer Strecke mit starkem Gefälle entweder ein horizontales Stück oder je nach Umständen selbst ein solches mit einer kleinen Gegensteigung folgen, damit die erlangte höhere Gleitgeschwindigkeit wieder auf das zulässige Ausmaß herabgemindert werde. Im ersten Falle ist die Länge des horizontalen Stückes, vorausgesetzt, daß der gleitende Körper seine Geschwindigkeit von v auf V vermindern soll, $l = \frac{v^2 - V^2}{2\,g\,f}$; im zweiten Falle ist bei einer Gegensteigung von α Grad, $l = \frac{v^2 - V^2}{2\,g\,f.\cos\alpha}$.

In den gekrümmten Strecken oder Bögen einer Holzriese steigert sich die Reibung; es muß daher das Gefälle dementsprechend erhöht werden. Steiner* ist auf Grundlage von Berechnungen zu nachstehenden Schlußfolgerungen gelangt:

a) Bei der Drehling- und Scheiterbringung ist für Eis-, Schnee- und Naßriesen die Tangente des Reibungswinkels für die Bewegung auf gerader Bahn in den Krümmungen mit $\frac{10}{r}$ und bei Trockenriesen mit $\frac{9}{r}$ zu multipliciren, wenn die Maximalgeschwindigkeit mit 10 m per Secunde angenommen wird; ist letztere dagegen gleich v, so sind die erhaltenen Werthe noch mit $\frac{v^2}{100}$ zu multipliciren.

b) Bei der Stamm- und Klotzholzbringung ist bei einer Maximalgeschwindigkeit von 4 m per Secunde die Tangente des Reibungswinkels für die Bewegung auf gerader Bahn, beziehungsweise das Gefälle einer geraden Riesstrecke für Eis-, Schnee- und Naßriesen mit $\frac{1{\cdot}6}{r}$ und für Trockenriesen mit $\frac{1{\cdot}4}{r}$ zu multipliciren. Auch in diesem Falle sind die erhaltenen Werthe bei einer Geschwindigkeit v noch weiters mit $\frac{v^2}{100}$ zu multipliciren.

Gewöhnlich wird jenen Haupt- und Eisriesen, die nur ausschließlich für die Abbringung der Brennhölzer in 2 m langen Rundholzstücken bestimmt sind, dort wo zulässig, das nachstehende Gefälle gegeben, indem in der Praxis gerade dieses Gefällsverhältniß thatsächlich am besten entsprochen hat.

---

* „Ueber die Riese constanter Fallgeschwindigkeit," von Ingenieur Fr. Steiner. „Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs," I. Heft 1877, p. 157.

Die Einkehrstrecke — die ersten 4—5 Fach — erhält ein Gefälle von 8—12%, die weiteren 20—25 Fach ein solches von 4—5%, während das Endstück unter der Voraussetzung einer gesammten Rieslänge von 100—120 Fach mit einem Gefälle von 2—3% abschließt.

Ueberschreitet die Gesammtlänge der Riese das Maß von 100—120 Fach, dann wird das zweite, eventuell dritte und vierte Theilstück der Riese, und zwar von je 100 nach dem vorstehenden Gefällsgesetze gebaut. *

Damit ist aber der Fall keineswegs außer dem Bereiche der Möglichkeit, daß innerhalb einer sehr langen Riesstrecke auch stärkere Gefälle zur Anwendung kommen können, wenn sich das auf Grund der örtlichen Verhältnisse als unerläßliche Nothwendigkeit herausstellen sollte. Nur soll in einem derartigen Falle der Uebergang aus einem in das andere Gefälle successive angestrebt werden. Wenn weder ein häufiges Ausspringen der Hölzer, noch Beschädigungen der Holzriesen, die unliebsame Unterbrechungen des Betriebes nach sich ziehen würden, eintreten sollen, so darf ein stärkeres Gefälle nur auf kürzeren Strecken angewendet werden. Als Maximalsatz gilt diesfalls ein Gefälle von 20% auf eine Riesstrecke von 25—35 Fach.

Selbstverständlich müssen jene Riesen, wo Hölzer noch in der Form von kurzen Scheitern gleiten sollen, ein stärkeres Gefälle erhalten, das wieder mit Rücksicht auf den Umstand, ob die Riese in beeistem, nassem oder trockenem Zustande benützt werden soll, zwischen bedeutenden Grenzen schwanken kann. Bei einem Durchschnittsgefälle von 8—25% muß eine Scheitholzriese noch in beeistem, bei dem Gefälle von 15—40% in nassem und bei einem solchen von 40—60% nur in vollkommen trockenem Zustande benützt werden. Auf einer Riese mit dem Gefälle von 40% gleiten die Scheiter mit einer Geschwindigkeit von 11—12 m per Secunde.

4. Krümmungen der Gleitbahn.

Kann eine Holzriese in durchwegs gerader oder doch nur wenig gekrümmter Richtung geführt werden, so ist ein um so sichererer Betrieb zu erwarten. Im Hochgebirge aber sind wir durch die vielfachen Gestaltungen und Gruppirungen des scharf ausgesprochenen Terrains gezwungen, die Holzriesen mitunter in starken Krümmungen oder Curven den Berghang entlang zu führen. Die zulässig kleinste Krümmungsgrenze wird in erster Linie durch die Längendimensionen der abzuriesenden Hölzer, in zweiter Linie durch das Gefälle,

---

* Eine ständige Hauptriese im k. k. Forstbezirke Grundelsee — des steiermärkischen Salzkammergutes — besteht aus drei Rückriesen und ist das Gefälle in der ersten oder obersten Stückriese

8 Fach mit . . . . . 16 %
10 „ „ . . . . . 12 „
9 „ „ . . . . . 8 „
1 Wurffach mit . . . 9·4 „ Gegengefälle;

in der zweiten oder mittleren Riesstrecke

12 Fach mit . . . . . 16 %
10 „ „ . . . . . 14 „
12 „ „ . . . . . 10 „
1 Wurffach mit . . . 9·3 „ Gegengefälle;

in der dritten oder untersten Stückriese

17 Fach mit . . . . . 12 %
24 „ „ . . . . . 10 „
1 Wurffach mit . . . 10 „ Gegengefälle.

Die Fächer haben eine durchschnittliche Länge von 7 m, und arbeitet die Riese mit einem mäßigen Calo, wozu übrigens auch die günstigen Bodenverhältnisse auf den Wurfplätzen das Ihrige beitragen mögen.

welches der Gleitbahn in der Curve gegeben werden kann, bestimmt. Es wird der Krümmungshalbmesser um so kleiner angenommen werden können, je kürzer das abzuriesende Holz und je stärker das Gefälle der Gleitbahn ist. Er darf aber nicht bis zu jener Grenze herabgehen, bei der die gleitenden Hölzer sitzen bleiben könnten.

Es wäre in einer Eis-, Schnee- oder Naßriese für ein Riesstück von der Länge l der zulässig kleinste Krümmungshalbmesser r zu finden; wenn die Rieshölzer mit der Geschwindigkeit c in die Curve eintreten und mit der Endgeschwindigkeit v am Ende der Krümmung anlangen sollen, so ist, wenn wir in die bekannte Formel

$$l = \frac{v^2 - c^2}{2\,g\,(\sin\alpha - f\cos\alpha)}$$ für die Reibung den Werth $\frac{10}{r} . f . \frac{v^2}{100} = \frac{v^2}{10.r} . f^*$ setzen,

$$r = \frac{f . g . l . v^2 \cos\alpha}{5\,(c^2 - v^2 + l . 2\,g \sin\alpha)}.$$

Aus dieser Formel kann man auch für einen gegebenen Krümmungshalbmesser den erforderlichen Steigungswinkel α für die Curvenstrecke berechnen. Dabei ist jedoch jener Verlust der gleitenden Kraft der Hölzer nicht berücksichtigt, der dadurch entsteht, daß die Krümmung keine strenge Bogenlinie, sondern ein aus geraden Stücken zusammengesetztes Polygon ist. Die gleitenden Hölzer, welche in Folge der Centrifugalkraft an die äußere Wandung gepreßt werden, stoßen daher an die einspringenden Polygonwinkel und verlieren hiedurch an Gleitgeschwindigkeit.

Es liegt auf der Hand, daß in den Krümmungen die gleitenden Hölzer unter dem Einflusse der Centrifugalkraft leichter wie in einer geraden Strecke aus der Bahn ausspringen werden. Es muß daher die nach außen gekehrte Seite der Riese genügend hoch übersattelt werden. Desgleichen sind auch die Sattelhölzer besser — durch entsprechend gestellte Sattelstecken — zu festigen, weil sie mitunter einem heftigen Stoße seitens der niedergleitenden Hölzer zumal dann ausgesetzt sind, wenn die Fügung der einzelnen Fächer mit einer nicht genügenden Sorgfalt geschah. Die gefährdete Seite der Gleitbahn heißt die „Wehretseite".

5. Die Würfe.

Eine Unterbrechung der Hauptriese, beziehungsweise ein Wurf, ist nur dann anzulegen, wenn dies vermöge der Gefällsverhältnisse als unabweisbare Nothwendigkeit sich herausstellen sollte, d. h. wenn die Riese bereits ein solches Gefälle hat, daß eine weitere Steigerung zur Gefährdung der Riesanlage und der abzuriesenden Hölzer führen müßte, oder wenn eine derartige Gefällserhöhung wegen der gegebenen Bodenverhältnisse bei Fortsetzung der Riese unvermeidlich wäre. Ein Wurf vermehrt den Lieferaufwand und trägt wesentlich zur Beschädigung der abzuriesenden Hölzer bei. Um letzteren Uebelstand möglichst zu mildern, d. h. auf ein geringes Ausmaß zu setzen, sind die Würfe wenigstens auf zweckmäßige und geräumige Plätze zu verlegen, während gut angelegte Moischen und Wechselriesen zur Abminderung des erhöhten Lieferaufwandes führen werden.

§. 29. Der Bau der Stangenriesen.

Hauptriesen, welche durch eine längere Zeit, in manchen Oertlichkeiten selbst als ständige Lieferungsanstalt zu functioniren haben, sollen in gleicher Weise wie ein Zugweg

* Für Eis-, Schnee- und Naßriesen bei der Drehling- und Scheiterholzbringung.

tracirt werden, d. h. es ist die Richtung der Gleitbahn nach Maßgabe der Terrainverhältnisse, der ermittelten Gefälls- und Krümmungsgrenzen in der Natur zu suchen und auszustecken. Nur bei untergeordneten Anlagen, d. i. bei Nebenriesen, kann von einer Tracirung Umgang genommen werden.

Mit dem eigentlichen Bau der Gleitbahn wird am höchsten Punkte begonnen und thalabwärts fortgeschritten, weil in den meisten Fällen das erforderliche Gehölz den Schlagflächen entnommen werden muß und daher eben nur auf diese Weise mittelst der bereits fertig gestellten Theilstücke der Riese nachgeliefert werden kann. Wenn das Holz zum Unterbaue längs der Riesbahn den Beständen entnommen werden kann, dann wird auch mit der Aufstellung der Joche unten begonnen und dieselbe nach aufwärts fortgesetzt. Nach Aufstellung der Joche werden sodann zuerst die Bodenbäume in die Jochdrehlinge eingelassen, die Wehrbäume aufgelegt und gefestigt und dann zur Aufstellung der Zwischenjoche oder Blahen geschritten. Zuletzt werden die Sattelbäume aufgelegt und nach Erforderniß die Uebersättel und Hängstöcke angebracht und, soweit nöthig, in der bekannten Weise befestigt.

Die erforderlichen Hölzer sind mit Rücksicht auf eine längere Verwendbarkeit außer der Saftzeit zu fällen, und ist die Fichte der Tanne vorzuziehen. Bei Verwendung von Buchen wird am Herstellungsaufwande gespart und auch eine bessere, glattere Bahn erzielt; dagegen ist jedoch die Verwendungsdauer kaum halb so lang wie bei Riesen aus Fichtenholz, da bekanntermeise Buchenholz den Witterungseinflüssen mehr unterliegt. Am stärksten sind die Bodenbäume der Abnützung ausgesetzt und müssen daher sogar oft während des Betriebes ausgewechselt werden, weshalb es sich auch empfiehlt, einen Vorrath davon zu halten. Die Bodenbäume werden halb gerindet und mit der entrindeten oder glatten Seite nach aufwärts gelegt, während das übrige Gehölz unentrindet bleibt oder doch nur streifenweise entrindet wird.

Muß eine Riese über eine Straße geführt werden, so ist sie entweder derart hoch zu stellen, daß beladene Fuhrwerke ohne Anstand darunter hinwegfahren können, oder dieselbe wird in das Niveau oder unter dasselbe gelegt. Führt die Riese über den Straßenkörper, so soll sie aus Rücksicht für die Sicherheit des Verkehres überdeckt werden und muß die Eindachung ein entsprechendes Stück nach aufwärts reichen, damit allenfalls ausspringende Hölzer nicht bis auf die Straßenkrone gelangen können. Gestatten es die örtlichen Verhältnisse, die Straße im Niveau der Straßenkrone zu übersetzen, so wird unmittelbar auf die Straße ein bewegliches Joch gestellt, welches nach Bedarf entfernt werden muß. Eine Uebersetzung unter dem Niveau ist gleich einem mit Holz überdeckten Straßendurchlaß herzustellen. Die letztgenannte Uebersetzung ist in jeder Hinsicht die zweckmäßigste, indem sie weder den Straßenverkehr, noch den Lieferbetrieb behindert oder erschwert.

§. 30. Die Holzrutschen.

Die Holzrutschen sind strenge genommen Holzriesen und unterscheiden sich von diesen lediglich nur in der Verschiedenheit des zum Baue verwendeten Materiales. Die Holzrutschen sind Canäle oder Gleitrinnen aus Brettern und werden zumeist nur in kurzen Strecken erbaut, beispielsweise wenn Hölzer durch ein Straßen- oder Eisenbahnobject hindurch geliefert werden müssen oder über einen kurzen, jedoch steilen Hang in das Bett eines Triftbaches gelangen sollen.

Gewöhnlich werden die Rutschen aus 4—6 m langen, 32—40 cm breiten und 4 cm starken Brettern rechtwinkelig zusammengefügt und auf hölzernen Unterlagen mit eisernen Nägeln befestigt. Auch die Rutschen bestehen aus Fächern, und ist die Länge eines solchen gleich der Brettlänge. Die Fächer sind beweglich, um beim Gebrauche nur in einander geschoben und auf diese Weise auch nach Bedarf verkürzt oder verlängert werden zu können. Zur Zeit, wo sie nicht benützt werden, empfiehlt es sich, die Fächer aufzuheben und zu stürzen, weil sie dann vor der Feuchtigkeit besser geschützt liegen und hiedurch länger in brauchbarem Zustande sich erhalten.

§. 31. Die Wasserriesen.

In den Wasserriesen bewegen sich die Hölzer nicht mehr selbstthätig, sondern werden von dem in den Riesen fließenden Wasser schwimmend fortgetragen. Die Wasserriesen bleiben unbestritten ein vorzügliches Mittel für die Zwecke der Holzlieferung und sind darum auch in früheren Zeiten in ausgedehntem Umfange zur Anwendung gekommen, während sie gegenwärtig mit Rücksicht auf den ungemein großen Holzverbrauch und die gestiegenen Holzpreise mehr und mehr verdrängt, beziehungsweise durch billigere Anstalten ersetzt werden. Wir unterscheiden zunächst Wasserriesen, die vollständig in das natürliche Terrain eingebettet sind, und solche, welche auf künstlichen Unterstützungen, Jochen, über dem Boden hinweggeführt werden. Die ersteren haben Aehnlichkeit mit einem Triftcanale, spielen auf den größeren Lendplätzen eine hervorragende Rolle und sind äußerst dauerhaft, so zwar, daß derartige Riesen selbst bei hohen Holzpreisen unter Umständen, wo deren Anlage, beziehungsweise das Einlegen in den Boden nicht bedeutende Schwierigkeiten und Kosten verursachen sollte, immerhin noch mit Vortheil anzuwenden sind. Auch der weitere Umstand, daß zur Herstellung von Wasserriesen im natürlichen Terrain auch minderwerthige Hölzer verwendet werden können, spricht zu deren Gunsten, und ist weiters auch noch das Holzerforderniß für derlei Riesen im Allgemeinen ein sehr mäßiges.

Der Unterbau für Wasserriesen, die über dem Boden geführt werden, gleicht jenem der gewöhnlichen Stangenriesen, d. h. es werden die daselbst näher beschriebenen Jochconstructionen auch hier je nach der Höhe angewendet.

Der Oberbau oder die Gleitrinne besteht entweder (Fig. 21) aus behauenen Hölzern oder (Fig. 22) aus Bohlen, während Fig. 23 eine in den natürlichen Boden eingelassene Wasserriese darstellt. Auf bedeutenden Lendplätzen werden Wasserriesen auch aus behauenen Steinen mit einem Holzboden (Fig. 24 a) oder vollständig aus Hausteinen (Fig. 24 b) hergestellt. Die Rinne einer Wasserriese hat gewöhnlich eine Breite von 1 bis 1·1 m und eine Tiefe von 0·6 m und wird aus 6—8 Stück vierkantig behauenen Hölzern oder aus 5—6 Stück 30—40 cm breiten und 8—10 cm starken Bohlen in Theilstücken oder Fächern von 6—7 m Länge hergestellt. Eine entsprechende Wasserhaltbarkeit gehört zu den wesentlichsten Bedingungen einer Wasserriese. Es wird daher bei dem Beschlagen der Rieshölzer und beim Herrichten der Bohlen eine geräumigere Fuge — Schopprecht — zwischen den Hölzern und Bohlen, und zwar an der dem Wasser zugekehrten Seite ausgesparrt, die dann wie die Kreinerwand einer Klause mit Moos fest ausgestopft werden muß. Ueber die Moosfüllung werden noch hölzerne Späne in die Fuge nachgetrieben und mit Nägeln befestigt.

Die Rieshölzer oder Bohlen ruhen in ihrem Zusammenstoße und in der Mitte eines jeden Faches auf einem Querholze (Zange oder Schämel), in welches das Quer-

profil der Wasserriese eingeschnitten ist, und sind an das letztere mit eisernen oder hölzernen Nägeln befestigt; mitunter werden die behauenen Rieshölzer auch durch verspreizte Streben in der bei Fig. 21 dargestellten Weise in der erforderlichen Profilsform gehalten.

Soll eine Wasserriese unmittelbar in den natürlichen Boden gelegt werden, so wird für das entsprechende Profil das Erdreich ausgehoben; in die hiedurch gewonnene Erdrinne werden die Querhölzer, beziehungsweise die mit dem ausgeschnittenen Riesprofile versehenen Unterlagen eingelassen. Das Legen und Festigen der Rieshölzer, ebenso das Verstopfen der Fugen wird in der bereits beschriebenen Weise durchgeführt. Bohlen dürften, wenn es sich darum handelt, die Wasserriese in den Boden zu legen, nur in Ausnahmsfällen zur Anwendung kommen; dagegen können dort, wo der Boden undurchlässig ist und Wasser für den Triftbetrieb in reichlicher Menge zu Gebote steht, selbst zweiseitig roh behauene Hölzer verwendet werden. Hiebei entfällt das Stopfen (Ausschoppen) der Fugen oder wird doch nur auf die weiteren Fugen beschränkt.

Steinriesen werden nur in den Boden gelegt, und es müssen die hiefür erforderlichen Steine nach dem gewünschten Profile der Riese zugerichtet, beziehungsweise behauen werden. Als Fundament erhalten die Wasserriesen aus Hausteinen eine solide Bruchsteinuntermauerung und eine seitliche Hinterfüllung mit festen Erd- oder Geschiebmassen.

Gefälle.

Das Gefälle einer Wasserriese braucht kein gleichmäßiges zu sein und kann nach Maßgabe der Bodengestaltungen wechseln. Nur unterliegt bei einem zu starken Gefälle die Wasserriese einer erhöhteren Abnützung, zumal dann, wenn das Wasser etwa nur in unzureichendem Maße vorhanden sein sollte. Es sind daher Gefälle über 10% — selbst bei ganz kurzen Strecken — zu vermeiden. Das beste Durchschnittsgefälle bei einer Wasserriese sind 4—6% und bei Zuleitungsriesen auf Lendplätzen 1—2%.

Stau- und Einleitungsvorrichtungen zum Sammeln und Einleiten des Wassers in die Gleitrinne einer Wasserriese.

Die Stauvorrichtungen haben den Zweck, das Wasser in den betreffenden Wassergräben, aus denen die Riese gespeist werden soll, bis zu einer derartigen Höhe anzusammeln, daß das Einleiten desselben in das Gerinne der Riese ohne Schwierigkeit stattfinden kann. Enthält der für die Speisung einer Wasserrinne bestimmte Graben stets genügende Wassermassen, so wird derselbe senkrecht auf sein Längenprofil durch eine einfache oder doppelte (Steinkästen), 1—1½ m hohe Holzwand abgeschlossen und in die letztere das Profil der Wasserriese eingeschnitten. Ein zweiter Einschnitt der Wandung, der etwas tiefer als die Sohle der Wasserriese gehalten ist, dient dem Ueberwasser oder, wenn die Riese nicht benützt werden soll, der gesammten Wassermasse zum Abflusse. In manchen Fällen wird auch eine Abschließvorrichtung (Schütze) vor die Oeffnung der Riese und vor jene für das Ueberfallwasser hergestellt, mittelst welcher dann der Zu- und Abfluß nach Bedarf geregelt werden kann.

Die Holzwandung besteht aus zweiseitig bezimmerten und auf einander gedippelten Stammstücken, die zur weiteren Festigung noch durch Flügel gleicher Construction nach auf- und abwärts in die Seitenhänge versichert wird. Die Fugen zwischen den Balken der Wasserwand, d. i. der dem Stauwasser zugekehrten Holzwandung werden mit Moos verschoppt und dieses durch nachgetriebene und festgenagelte Holzspäne gehalten und gefestigt. Wenn aber der Graben, welcher für die Speisung der Wasserrinne benützt

werden muß, für einen anhaltenden Betrieb der letzteren nicht die erforderlichen Wassermassen besitzt, dann sieht man sich oft gezwungen, auf die Ansammlung ausreichender Wassermengen Bedacht zu nehmen. Es erfordert dies die Anlage eines massiveren Querbaues, beziehungsweise eines förmlichen Wasserfanges oder Schwellwerkes. Diesfalls verweisen wir auf das Capitel betreffs der Klausbauten und betonen an dieser Stelle nur, daß auch für eine derartige Anlage ein solcher Platz zu wählen kommt, welcher bei einer geringen Stauhöhe möglichst große Wassermassen anzusammeln gestattet.

Selbst in dem Falle, als die Rinne einer Wasserriese möglichst wasserdicht hergestellt worden ist, erweist sich ein Wasserverlust auf der oft sehr langen Strecke als unvermeidlich; ja unter Umständen kann derselbe sogar derartige Dimensionen annehmen, daß ein Abtriften der Hölzer unmöglich wird. Um nun diesen Wasserverlust zu ersetzen, müssen bei langen Riesen Vorrichtungen getroffen werden, mittelst deren neuerliche Wassermassen in die Gleitrinne eingeleitet werden können. Seitengräben, Quellen, unter Umständen selbst der Hauptgraben, in dessen Durchfließprofile die Wasserriese führt, werden zu diesem Zwecke herangezogen.

Die Einleitung besteht aus einem beweglichen, 30—40 cm breiten Gerinne aus einem Boden- und zwei Seitenbrettern, welch' letztere aber mit Leisten verbunden sind. Diese Rinnen können nach Bedarf eingelegt und ausgehoben werden und liegen unmittelbar auf dem obersten Riesholze oder Bohlen oder sind in die letzteren einige Centimeter tief eingelassen. Eine Grundschwelle aus ein bis zwei aufeinander gestellten Querhölzern fördert die Einleitung des Wassers in das Gerinne, wenn dasselbe nicht etwa unmittelbar einer Quelle entnommen wird, die dann mit der Rinne einfach zu unterfangen ist.

Die Krümmungen, beziehungsweise die Krümmungshalbmesser werden bei den Wasserriesen durch die Längendimensionen der abzutriftenden Hölzer bedingt; sie dürfen jedoch nicht unter jenes Maß herabsinken, daß Stopfungen, Stauungen jener zu befürchten kämen. Bezeichnen wir mit l die Länge der abzutriftenden Hölzer, mit w die mittlere Weite der Wasserriese *, so ist der zulässig kleinste Krümmungshalbmesser r annähernd zu berechnen $r = \frac{l^2}{2w}$.

§. 32. Die Vortheile der hölzernen Riesen.

Was die eigentlichen Vortheile der hölzernen Rieswerke gegenüber den Erdgefährten angeht, so lassen sich selbe in nachfolgende Punkte zusammenfassen:

1. Bodenschutz.

Bekanntlich ist an sehr vielen Stellen des Hochgebirges der felsige Untergrund nur mit einer dünnen Erdschichte überzogen; dazu fallen die Berghänge steil nach den Thälern ab und durchnässen obendrein die unter gewissen Verhältnissen sehr häufigen und wasserreichen Quellen den Boden der Berglehnen in einem derartigen Grade, daß namentlich zur Zeit anhaltenden Regenwetters umfangreiche Flächen, ja ganze Berghänge in unsicherem Gleichgewichte sich befinden. Unter solchen Umständen bedarf es nur eines ganz geringfügigen Anlasses, und es bilden sich Terrainbrüche und Erdabrutschungen.

* Die mittlere Weite der Wasserriese ist mit Rücksicht auf die verfügbare Wassertiefe und Eintauchung der Trifthölzer zu bemessen.

Bei der Anlage von Riesen bleibt nun die natürliche Beschaffenheit des Bodens in den meisten Fällen ganz und gar unangetastet, ja es kann sogar, im Falle die natürlichen Verhältnisse solches erheischen, selbst das einfache Einlassen der Riesjoche in den natürlichen Boden unterbleiben. Entsprechen vollends die Gefällsverhältnisse den Anforderungen des niedergleitenden Holzes, so daß ein Ausspringen der Hölzer vermieden wird, dann bietet eine solche Bringungsanstalt für die Sicherheit des Bodens die volle Gewähr. Somit gestatten die Holzriesen die Abbringung von Hölzern selbst noch über solche Böden, auf welchen sogar auch die Anlage eines einfachen Zugweges wegen der allfällig unvermeidlichen Erdbewegung unterbleiben muß.

Gehen wir auf die eigentliche Gestaltung der Bodenoberfläche des Näheren ein, so stellt sich heraus, daß beispielsweise in den Kalkalpen die Berghänge, entlang welcher die Hölzer nach den Thälern geliefert werden müssen, mit felsigen Partien durchzogen sind, die entweder als mächtige kegel- oder auch als terrassenförmige Bildungen zu Tage treten. Unter solchen Terrainverhältnissen sind selbstverständlich die vorhandenen natürlichen Rinnen und Gräben mit Rücksicht auf deren felsiges Profil für den Zweck der Holzlieferung unbrauchbar. Andererseits ist auch die Anlage eines Weges aus mehrfachen Gründen ebenso unmöglich oder sonst unthunlich. Dahin kommen zu rechnen zunächst die jedenfalls bedeutenden Kosten der ersten Anlage, im Weiteren der Mangel an verfügbaren Mitteln, gegebenen Falles die kurze Dauer der Nutzung und ähnliche Umstände.

In derartigen Fällen dürfte sich die Anlage einer Holzriese empfehlen; denn sie allein bietet die Möglichkeit, die bestehenden Terrainschwierigkeiten zu umgehen und die Hölzer mit dem verhältnißmäßig geringsten Verluste ihren Bestimmungsplätzen zuzuführen. Wir kommen sonach zu dem Schlusse, daß in einem ausgesprochenen Rutschterrain oder auf Berglehnen, die von kahlen Felswänden mehrfach durchzogen sind, die hölzerne Riese als das beste und einzige Bringungsmittel empfohlen werden kann. Hiebei bildet die Möglichkeit, die Riese über die namhaft gemachten Terrainschwierigkeiten ohne Unterbrechung fortführen zu können, die selbstverständliche Voraussetzung. Können derlei Unterbrechungen schlechterdings nicht umgangen werden, so müssen innerhalb der Lieferzüge wenigstens Stellen vorkommen, die, ohne einen weitgreifenden Nachtheil für den Boden oder die Rieshölzer im Gefolge zu haben, zur Anlage von Würfen die entsprechende Eignung besitzen.

2. Der geringe Kostenaufwand, den das Abliefern der Hölzer auf Holzriesen erheischt.

In Voraussetzung dessen, daß die Holzriesen zweckmäßig geführt und erbaut sind, gestaltet sich der Arbeitsaufwand bei der Holzlieferung darauf verhältnißmäßig günstiger als auf Wegriesen, in Erdgefährten oder mittelst Schlittenzuges. Hiebei ist aber die Verzinsung und Amortisirung des Anlagecapitales nicht mit in Betracht gezogen.

3. Verminderung der Qualitäts- und Quantitätsverluste.

Unbestritten sind die Hölzer bei ihrem Niedergleiten auf Holzriesen trotz der Möglichkeit des Ausspringens und der unvermeidlichen Unterbrechungen der Riese keinen so bedeutenden Beschädigungen und Gefahren ausgesetzt, als wenn deren Abbringung in Erdgefährten vorgenommen werden muß. Der Holzverlust auf Holzriesen ist geringer als jener, den die Hölzer an ihrer Brauchbarkeit und Masse bei der Ablieferung in Erdgefährten erleiden müssen; nur muß auf eine zweckmäßige Anlage der Verleerplätze, speciell aber auf eine entsprechende Auswahl der Orte für die Herstellung der Würfe

oder Riesunterbrechungen schon beim Baue der Riese in geeigneter Weise Bedacht genommen werden.

4. Die große Leichtigkeit, bestehende Rieswerke ohne wesentliche Schwierigkeiten abzubrechen und nach anderen Oertlichkeiten zu übertragen.

Die Möglichkeit, bestehende Rieswerke einfacher Construction nach Bedarf, d. i. mit Rücksicht auf das Fortschreiten der Schläge umlegen zu können, ist im Hochgebirge unter Umständen ein schätzbarer Vortheil, dessen die übrigen Bringungsmittel entbehren.

Am häufigsten werden die Zweig- und Astachriesen je nach Bedürfniß abgebrochen, um an einer anderweitigen Stelle wieder in die Hauptriese eingefügt zu werden.

5. Die Möglichkeit, sogar bei mondhellen Nächten auf Holzriesen das Holz abbringen zu können.

Die Einfachheit des Vorganges der Holzabbringung auf Holzriesen gestattet es nämlich, daß zum Ueberkehren selbst die mondhellen Nächte benützt werden können, eine Möglichkeit, die im Hochgebirge aus mehrfachen Gründen häufig genug ausgenützt wird. Das Ueberkehren oder Abliefern der Hölzer in mondhellen Nächten ermöglicht eben einerseits die Ausbringung namhafter Holzmassen selbst im Verlaufe eines milden Winters und gestattet andererseits, daß auch auf Riesen mit unvortheilhaften Gefällsverhältnissen immerhin noch ein günstiger Liefererfolg erzielt werden kann, weil während der Nacht das Rieswerk und die Rieshölzer sich rasch und unausgesetzt beeisen, wodurch wieder das Gleitvermögen der abzuriesenden Hölzer wesentlich gehoben wird.

§. 33. Nachtheile der hölzernen Riesen.

Die vorbesprochenen Vortheile ergeben sich indeß nur aus einem Vergleiche der Holzriesen mit den Erdgefährten. Wird dagegen deren Anlage und Betrieb mit jenen der Wegriesen und Schlittenzugwege in Vergleich gesetzt, so treten auch ungünstige Momente in ziemlicher Anzahl hervor. Dahin gehören:

1. Der Qualitäts- und Quantitätsverlust.

Gegenüber der Holzlieferung mittelst Schlitten auf Zugwegen ist der Verlust, den die Hölzer bei ihrem Abbringen auf Holzriesen an Masse und Brauchbarkeit erleiden, immerhin ein ziemlich hoher, derart, daß er unter gewissen Voraussetzungen ganz wesentlich zu einer namhaften Steigerung der Lieferkosten beiträgt.

Der Quantitätscalo, der ausschließlich durch das Riesen verursacht wird, schwankt nach großen Durchschnitten unter mittleren Verhältnissen zwischen 0·2 und 1·0%, während der gesammte Massencalo, demnach einschließlich jenes Bringungsverlustes, den die abzuführenden Hölzer an der Einkehr, an den Würfen und an dem Verleerplatze erleiden, 2—5% erreichen kann; ja im Falle, als die Würfe in felsigem Terrain liegen oder das Holz bei einem Wurfe über eine hohe Wand abgestürzt werden muß, wird sich dieser bis zu 10% und darüber steigern.

Der Qualitätsverlust hängt von sehr vielen Factoren ab und läßt sich auf Grund dessen schwer durch Zahlen andeuten, auch wenn dies nur in annähernder Weise versucht werden sollte; wohlberechtigt ist indeß die Annahme, daß die Hölzer an ihrem Gebrauchs-

werthe eine größere Einbuße erleiden werden, wenn dieselben, anstatt auf Zugwegen mittelst Handschlitten, auf Rieswerken ihrem Bestimmungsorte zugeliefert werden.

2. Der Holzverbrauch.

Der Bedarf an Holz ist bei den Rieswerken ein bedeutender und hängt dessen Umfang in erster Linie von der Art und Beschaffenheit des Unterbaues ab.

Erfahrungsgemäß erfordert die Herstellung eines Currentmeters Riese, und zwar bei einer

	fm³
Astachriese	0·04—0·08
halbgesattelten Riese	0·09—0·15
Hauptriese unter günstigen Bodenverhältnissen	0·18—0·30
„ „ ungünstigen „	0·37—0·62
Wasserriese für Brennholz	0·20—0·30
„ „ Blochholz	0·34—0·46

rohes Holz.

Bei einer Wegriese genügen zu den Sattelbäumen Stämme mit einem durchschnittlichen Festgehalte von 1·0 fm³. Da nun mit einem derartigen Stamme eine Gleitstrecke von 15—20 m Länge belegt werden kann, so berechnet sich das Holzerforderniß per laufenden Meter auf 0·05—0·07 fm³.

Zu den Schleuderbäumen auf Schlittenzugwegen genügen Stämme mit einem durchschnittlichen Massengehalte von 0·4—0·5 fm³. Nachdem ferner mit einem solchen Stamme eine Fahrbahnstrecke von circa 15 m in der erforderlichen Weise belegt werden kann, so stellt sich per laufenden Meter Schlittenzugweg ein Holzerforderniß von 0·026—0·033 fm³ heraus.

Gegenwärtig werden die Wasserriesen wohl nur aus geschnittenen Pfosten und nicht mehr aus ganzen Stämmen hergestellt; trotzdem ist der Bedarf an Holz insoweit ein unverhältnißmäßig bedeutender, als zum Baue der Wasserriesen zum vorwiegenden Theile Nutzholz verwendet werden muß. Etwas günstiger läßt sich das Verhältniß bei den Trockenriesen an, weil hier das verwendete Holz fast ausschließlich dem Brennholze angehört.

3. Die kurze Dauer der Rieswerke.

Bekanntermeise ist die Brauchbarkeit oder Betriebsfähigkeit eines Rieswerkes nur von einer ganz beschränkten Dauer.

Zur Beantwortung der Frage, wie lange ein Rieswerk ohne Gefährdung des Betriebes etwa benützt werden könne, ist in erster Linie die Lage der Riese, d. i. der Umstand, ob dieselbe in einem engen und feuchten Graben liege, und erst in zweiter Linie die Beschaffenheit des Holzes und der Umfang, in welchem sie für den Lieferbetrieb herangezogen wird, maßgebend. Nach den im Salzkammergute vorliegenden Erfahrungen schwankt die Benützungsdauer einer Eisriese zwischen fünf und sieben Jahren. Auf sonnigen Bergseiten ist die Dauer einer Riese am kürzesten, in nassen und feuchten Gräben und auf Schattenseiten oder dort, wo die Riesbäume in oder auf dem Boden aufliegen, die längste.

4. Die kostspielige Anlage und Erhaltung der Riesen.

Der Arbeitsaufwand bei dem Abliefern von Hölzern auf Riesen, speciell auf Wasserriesen, ist unbestritten ein günstiger, jedoch nur an sich; dies Verhältniß wird nämlich in dem Maße beeinträchtigt, als man auch die Kosten in Betracht zieht, welche aus der Anlage und Erhaltung des Rieswerkes resultiren.

Die Erhaltungskosten einer 2364 m langen Wasserriese im Forstbezirke Gosau berechneten sich per laufenden Meter mit jährlich 0·027 Tagwerk, einer 1200 m langen Wasserriese im Forstbezirke Grundlsee mit 0·075, einer 1575 m langen Trockenriese (Hauptriese) im gleichen Bezirke mit 0·118 Tagwerk, einer 2170 m langen Wasserriese im Forstbezirke Hinterberg mit 0·074 Tagwerk und einer 1621 m langen Trockenriese mit 0·132 Tagwerk. Im Großen und Ganzen, also unter mittleren Verhältnissen, kann angenommen werden, daß die Erhaltung einer ständigen Hauptriese einen jährlichen Arbeitsaufwand von 0·10—0·15 Tagwerk, die einer Wasserriese von 0·12—0·18 Tagwerk per laufenden Meter, d. i. exclusive des Werthes des erforderlichen Holzes, verursachen werde.

Das Holzerforderniß für die jährlichen Reparaturen von ständigen Trocken- (Haupt-) und Wasserriesen kann mit 10—20% derjenigen Holzmasse gleichgestellt werden, welche ein Neubau der Riese erheischt.

Der bedeutende Aufwand an Holz, die beträchtlichen Kosten beim Neubaue und dem gegenüber die kurze Verwendungsdauer erfordern bei den Rieswerken eine namhafte Amortisationsquote.

In jenen Gegenden, wo der Werth des Holzes eine gewisse Höhe erreicht hat, wird möglicherweise von einem günstigen Lieferergebnisse auf hölzernen Riesen kaum mehr die Rede sein können, ein Umstand, der bei Neuanlagen sehr wohl in Erwägung gezogen werden muß.

5. Die nachtheiligen wirthschaftlichen Folgen, denen zumeist jene Bestände ausgesetzt sind, durch welche ständige Holzriesen führen.

Soll der Bau einer Riese nicht unverhältnißmäßige Kosten verursachen oder gar in Frage kommen, so müssen die Rieshölzer, die zum Baue oder zur Erhaltung einer ständigen Riese benöthigt werden, entweder den planmäßigen Schlagorten oder, wenn sie da nicht oder nicht in genügender Menge zu Gebote stehen sollten, jenen Beständen entnommen werden, welche zunächst der Riese vorkommen. Handelt es sich nur um eine vorübergehende Anlage eines Rieswerkes, so wird gewöhnlich das zum Baue erforderliche Holz den zum Abtriebe bestimmten Beständen entnommen. Anders gestaltet sich von selbst die Sache, wenn ständige Riesen durch eine lange Reihe von Jahren betriebsfähig erhalten werden sollen. Da tritt häufig der Fall ein, daß in den hiebsreifen Beständen nicht mehr das erforderliche schwache Riesholz vorhanden ist und geräth sodann der Wirthschaftsführer in die Zwangslage, den Bedarf aus jüngeren, also aus nicht hiebsplanmäßigen Beständen decken zu müssen. Solche vorgriffsweise Aushiebe, wenn dieselben sich auf einer beschränkten Fläche wiederholen, sind stets von wirthschaftlich nachtheiligen Folgen begleitet. So finden wir häufig die schönsten Stangenhölzer oder angehend haubare Bestände, durch welche eine ständige Riese führt, in Folge einer fortgesetzten Entnahme von Stämmen zu den Erhaltungsbauten am Rieskörper in einer wirthschaftlich bedenklichen Weise gelichtet und im Schlusse durchbrochen.

6. Die Möglichkeit, daß durch das Ausspringen der Hölzer aus der Riese die zunächst stehenden Stämme verletzt werden.

Gleichwie bei der Abbringung der Hölzer in Erdgefährten oder auf Wegriesen die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, daß ab und zu Stämme die Gleitbahn verlassen und die entlang derselben stehenden Bäume beschädigen, so steht auch bei den Holzriesen derselbe Uebelstand, wenn auch nur in einem verhältnißmäßig geringeren Grade, immerhin zu befürchten, und werden hiebei zunächst jene Bäume gefährdet, welche in der unmittelbaren Nachbarschaft der Riesunterbrechungen oder Würfe stehen. Wir finden daher auch zunächst der Rieswürfe bei ständigen Rieswerken eine mehr oder minder ausgedehnte Fläche unbestockt, der Waldcultur entzogen. Dieser Umstand wird auch, wenn es sich um die Anlage einer ständigen oder Hauptriese, zunächst um die Wahl der Oertlichkeiten für die Riesunterbrechungen handelt, die gebührende Beachtung finden müssen.

7. Das leichte Eintreten von Betriebsstörungen.

Es liegt auf der Hand, daß die Holzlieferungsanstalten sammt und sonders der Zerstörung nicht in dem Maße ausgesetzt sind wie die Holzriesen, weil die letzteren vorherr-

schend aus schwachem Holze hergestellt sind und Terraineinschnitte, beispielsweise Mulden, Gräben und selbst bedeutende Seitenthäler auf hohen und complicirt construirten Jochen übersetzen. Da ist nun speciell der letztere Umstand Ursache, daß den Riesen nicht immer der erforderliche Grad von Festigkeit gegeben werden kann und begreift sich sonach, daß selbst bei dem vorsichtigsten Abliefern der Hölzer und der thunlichst größten Zweckmäßigkeit und Dauerhaftigkeit der Rieswerkanlage Betriebsstörungen leichter und häufiger eintreten werden, als bei dem Betriebe der Holzlieferung auf Wegriesen, Erdgefährten oder auf Schlittenzugwegen.

Hiezu gesellt sich noch der weitere Uebelstand, daß Betriebsstörungen auf Holzriesen zu ihrer Behebung ungleich mehr Zeit und Mühe erfordern, als die gewöhnlichen Unterbrechungen bei den übrigen Lieferanstalten. Damit nun diese Betriebsstörungen allenfalls durch das erschwerte Zuschaffen der Rieshölzer nicht unnöthigerweise in die Länge gezogen werden, so muß für den Fall des Bedarfes eine entsprechende Anzahl von bereits zugerichteten Rieshölzern längs der Riesbahn stets in Vorrath gehalten werden.

§. 34. Der Betrieb auf trockenen, angenäßten oder beeisten Riesen.

In der Regel werden die Hölzer an die Einkehr- oder Anfangsstelle (Riesmund) vorgeliefert und dort entweder auf einen Haufen geworfen oder gelagert, wenn nicht etwa das Zuliefern und Abriesen unter Einem in der Weise vor sich geht, daß die beigebrachten Hölzer unmittelbar in das trichterförmig erweiterte erste Fach eingeworfen werden. Die erstere Art, beziehungsweise das Bevorräthigen der Hölzer an der Einkehr muß dort platzgreifen, wo für das eigentliche Riesgeschäft besondere Witterungsverhältnisse abgewartet werden müssen, während das Zuliefern auch zu anderen Zeiten statthaft ist und aus mehrfachen Gründen nicht in die Länge gezogen werden darf. Die zweite Art, welche einen verminderten Arbeitsaufwand gewährt, soll daher überall dort angewendet werden, wo das Zuliefern und Abriesen unter den gleichen Witterungsverhältnissen angeht.

Das Geschäft des Holzriesens, d. i. das Einführen der Hölzer in die Gleitbahn der Riese, wird das Holzschießen oder Ueberkehren, Ankehren genannt und kann bei Trocken- und Naßriesen auch im Sommer vorgenommen werden, während die Lieferung in Schnee- und Eisriesen auf den Spätherbst oder Winter verlegt werden muß.

Das Einführen oder Ankehren des Holzes geschieht in der Weise, daß die in Haufen geworfenen oder gelagerten Hölzer mit Hilfe eines Griesbeiles oder der Sapine bis in die Gleitbahn gezogen und in diese sodann hineingestoßen werden.

Wird auf einer Hauptriese, welche mehrmals unterbrochen ist, geriest, so werden zuerst alle Hölzer über die höchstgelegene Stückriese gekehrt, bevor mit dem Abschießen auf dem nächstfolgenden Gange begonnen wird, es wäre denn, daß Raummangel oder die Gestaltung der Würfe eine größere Anhäufung von Holz nicht gestatten sollten. Ein gleichzeitiges Riesen auf allen Gängen oder Theilen der Hauptriese zieht eine Zersplitterung der Kräfte und eine Vermehrung des gesammten Aufwandes nach sich.

Wenn die Riese Straßen und Wege übersetzt, so müssen an derlei Punkten, sowie überhaupt an allen gefährdeten Stellen, Hüter aufgeboten werden, denen nicht nur die Ueberwachung des Betriebes, sondern auch die sofortige Beseitigung kleinerer Gebrechen am Rieskörper obliegt. Diese Rieshüter haben auch die Obliegenheit, bei trockener und kalter Witterung die Gleitbahn einer Eisriese von Zeit zu Zeit mit Wasser zu begießen, damit sich jene mit der erforderlichen Eiskruste überziehe.

Es ist nunmehr daran, auch auf jene Momente des Näheren einzugehen, welche den Leistungsaufwand bei dem Abliefern der Hölzer auf Holzriesen beeinflussen und daher sowohl bei der Anlage, als auch beim Betriebe volle Beachtung finden müssen, wenn sonst der Erfolg oder das Ergebniß des Betriebes vom finanziellen Standpunkte aus befriedigen soll.

Diese maßgebenden Factoren sind folgende:

Bei den unterschiedlichen Stangenriesen, d. i. bei den Trocken-, Naß-, Schnee- und Eisriesen:

1. Das Gefälle.

Die Gefällsverhältnisse müssen in jeder Richtung zusagen, also sowohl in Bezug auf die Zeit, wann geriest wird, als auch in Hinsicht der Dimensionen der abzuriesenden Hölzer. Es kann deshalb nicht genügen, daß die Riese das entsprechende und für einen speciellen Zweck gebotene Durchschnittsgefälle besitze, sondern es müssen sich die Gefällsverhältnisse auch innerhalb der zulässigen Grenzen bewegen.

2. Die Länge und Anzahl der Unterbrechungen.*

Der Einfluß der Länge auf den durchschnittlichen Leistungsaufwand liegt wohl zu Tage, ist jedoch von keiner derartigen Bedeutung, wie derjenige, welcher durch die An-

---

* So erfordert beispielsweise im k. k. Verwaltungsbezirke Ebensee des österreichisch-steiermärkischen Salzkammergutes der Betrieb auf den folgenden fünf Hauptriesen mit drei bis acht Unterbrechungen behufs Ueberwachung einen bis vier ständige Rieshüter.

1. Riese mit der Gesammtlänge von 749 m und 3 Ankehren:

1.	Theilstück	56 m lang	—	Rieshüter
2.	„	238 „ „	—	„
3.	„	455 „ „	1	„

2. Riese mit der Gesammtlänge von 1778 m und 5 Ankehren:

1.	Theilstück	343 m lang	—	Rieshüter
2.	„	518 „ „	1	„
3.	„	224 „ „	—	„
4.	„	238 „ „	—	„
5.	„	455 „ „	1	„

3. Riese mit der Gesammtlänge von 1988 m und 6 Ankehren:

1.	Theilstück	56 m lang	—	Rieshüter
2.	„	497 „ „	1	„
3.	„	518 „ „	1	„
4.	„	224 „ „	—	„
5.	„	238 „ „	—	„
6.	„	455 „ „	1	„

4. Riese mit der Gesammtlänge von 1511 m und 5 Ankehren:

1.	Theilstrecke	518 m lang	1	Rieshüter
2.	„	40 „ „	—	„
3.	„	260 „ „	1	„
4.	„	238 „ „	1	„
5.	„	455 „ „	1	„

5. Riese mit der Gesammtlänge von 1851 m und 8 Ankehren:

1.	Theilstrecke	100 m lang	—	Rieshüter
2.	„	120 „ „	—	„
3.	„	120 „ „	—	„
4.	„	518 „ „	1	„
5.	„	40 „ „	—	„
6.	„	260 „ „	1	„
7.	„	238 „ „	1	„
8.	„	455 „ „	1	„

6. Riese im k. k. Forstbezirke Grundlsee mit der Gesammtlänge von 1575 m und 3 Ankehren:

1.	Theilstrecke	427 m lang	2	Rieshüter
2.	„	322 „ „	1	„
3.	„	826 „ „	2	„

zahl der Unterbrechungen und Würfe einer Riesstrecke ausgeübt wird. Erheischt doch jede Unterbrechung ein zumeist wiederholtes Einführen der Hölzer in die Riesfortsetzung und wächst der Leistungsaufwand mit der Anzahl von Ankehren, Würfen und Unterbrechungen in einem arithmetischen Verhältnisse, d. h. je mehr Gänge und Würfe eine Riese hat, und je öfter daher das Holz von Neuem abgeschossen, beziehungsweise in die Riese eingeführt werden muß, desto höher stellt sich der Arbeitsaufwand für das Riesen. Riesunterbrechungen und Würfe sind daher thunlichst zu vermeiden.

Durch die eigentliche Länge der Riese, beziehungsweise durch die Länge der Stückriesen, d. i. der Theilstücke zwischen je zwei Riesunterbrechungen, wird das Arbeitserforderniß nur insoweit erhöht, als bei jenen Theilstücken, deren Längenausdehnung eine local gegebene Grenze überschreitet, die Riese durch einen, nach Umständen auch durch mehrere Hüter während des Betriebes überwacht werden muß.

3. Die Beschaffenheit der Riese mit Rücksicht auf eine solide Ausführung und Erhaltung des gesammten Ober- und Unterbaues.

Unterbrechungen im Riesbetriebe sind stets mit namhaftem Verlust an Zeit und Kosten verbunden; ja wenn beispielsweise größere Partien eines Rieswerkes in Folge mangelhafter Ausführung an solchen Punkten brechen und stürzen, wo eine Neuherstellung wegen erschwerter Beistellung des erforderlichen Holzes nicht sofort veranlaßt werden kann, wird möglicherweise sogar das ganze Liefergeschäft in Frage gestellt. Eine übertriebene Sparsamkeit bei der Anlage und der Erhaltung von Hauptriesen auf Kosten eines soliden Ober- und Unterbaues kann sich unter Umständen bitter genug rächen. Desgleichen sollen auch allzu complicirte Constructionen bei dem Unterbaue, beziehungsweise bei den unterschiedlichen Jochen unterbleiben, weil hiedurch einerseits die Kosten des Baues erhöht, andererseits aber nicht immer auch die Widerstandsfähigkeit des Rieswerkes in demselben Maße gehoben wird.

4. Die Beschaffenheit des Querprofiles einer Riese.

Schon beim Baue einer Riese kann auf einen günstigen Leistungsaufwand insoweit Bedacht genommen werden, als der Grund oder die Sohle der Riese weiter oder enger angelegt wird, wodurch das Gleiten befördert oder ermäßigt werden kann.

Durch eine entsprechende Erhöhung der Wehrseite läßt sich ferner schon im Vorhinein das leichte Ausspringen von ungewöhnlich schnell gleitenden Hölzern vermeiden, wodurch der Arbeitsaufwand bei dem Betriebe wesentlich günstiger sich gestaltet. Ganz besonders muß steil angelegten Riesen ein entsprechend tiefes Querprofil gegeben werden; denn sonst erheischt das Zuschaffen der zahlreich ausgesprungenen Hölzer einen übergroßen Aufwand an Zeit und Mühe und muß zu einem ungünstigen Betriebsergebnisse führen. In gleicher Weise werden gut zusammengefügte und entrindete Rieshölzer zu einer erhöhten Leistung nicht wenig beitragen, weil das niedergleitende Holz an keinem hervortretenden Punkte der Verbindungen der einzelnen Riesbäume in seinem Laufe verzögert wird, während die entsprechend offen belassenen Fugen zwischen den Riesbäumen das Durchfallen der Splitter und Abfälle, zum Theile auch der Schneemassen erleichtern.

5. Die Witterung während des Riesbetriebes.

Schon anläßlich der Gefällsverhältnisse einer Riese wurde bemerkt, daß das Abriesen der Hölzer auf trockenen, nassen und beeisten Riesen vorgenommen wird. Es liegt nun

auf der Hand, daß das Abriesen auch von den jeweiligen Witterungsverhältnissen in einer mehr oder minder günstigen Weise beeinflußt wird, d. h. der jeweilige Leistungsaufwand hängt zum Theile auch von der Beschaffenheit der Witterung ab und wird in mehr als gewöhnlichem Maße heruntergemindert, wenn während des Lieferbetriebes häufige und ausgiebige Schneefälle eintreten, deren Einwirkung um so fühlbarer wird, auf je längeren Strecken die Riese im Boden oder in dessen nächster Nähe geführt werden muß, weil sodann das Reinhalten der Riese den Arbeitsaufwand wesentlich erhöht. Von maßgebendem Einflusse sind die Witterungsverhältnisse besonders dort, wo Hölzer auf Riesen mit mäßigem Gefälle, also auf Riesen im beeisten Zustande abgeliefert werden sollen und die zur Beeisung erforderlichen Kältegrade nicht vorhanden sind, ein Fall, welcher in einem milden Winter selbst in rauhen Hochgebirgslagen immerhin eintreten kann. Gewöhnlich werden dann die mondhellen Nächte für den Riesbetrieb thunlichst ausgenützt.

6. Die Exposition des Terrains, innerhalb dessen ein Rieswerk geführt wird.

Der Einfluß der Exposition auf den Arbeitsaufwand bei Eisriesen ist ein bedeutender und wurde bei Aufstellung der Leistungssätze für sonnseitige und schattenseitige Lage in vollem Maße berücksichtigt. In den sonnseitigen Lagen wird der Lieferbetrieb auf den Riesen durch den Mangel an Eis mitunter in sehr fühlbarer Weise verzögert, und können sogar Fälle eintreten, daß das Abliesern von größeren Holzmengen nur durch die Heranziehung der Nächte überhaupt möglich wird.

7. Die Beschaffenheit der abzuriesenden Hölzer, beziehungsweise deren Länge, Stärke und Grad ihrer Trockenheit oder Beeisung.

Von der Beschaffenheit des abzuriesenden Holzes hängt der gesammte Bau der Riese und ihr Gefälle ab; es muß sich also der durchschnittliche Arbeitsaufwand nach der Schwere, Stärke und Länge der Hölzer verschieden gestalten. Speciell wird der Arbeitsaufwand erhöht, wenn die zum Abriesen bestimmten und an der Einkehr in einen Haufen gelagerten Hölzer zusammengefroren sind. Ein bloßes Uebereisen oder Gefrieren der einzelnen Holzstücke dagegen ist für den Lieferbetrieb ein günstiges Moment.

8. Die Anzahl der erforderlichen Rieshüter.

Mit dem Bedürfnisse einer erhöhten Anzahl von Rieshütern wächst auch der durchschnittliche Arbeitsaufwand. Unter normalen Verhältnissen genügt ein Rieshüter für eine Strecke von 30—40 Fach oder 210—280 m. Starke Krümmungen der Riese, welche die Gefahr des Ausspringens der Hölzer naherücken, oder sonstige locale Verhältnisse, die eine Störung des Betriebes befürchten lassen, Mangel an Wasser, häufige und starke Schneefälle erheischen eine dauernde oder zeitweilige Vermehrung der Rieshüter und erhöhen demzufolge den durchschnittlichen Arbeitsaufwand.

9. Die Beschaffenheit der Einkehr und des Verleerplatzes.

Von günstigem Einflusse auf den Leistungserfolg sind ein geräumiger Verleerplatz, sowie eine entsprechende Einkehr, welche die sofortige Einführung der Hölzer in die Rinne gestattet, endlich dort, wo die Riese unterbrochen werden muß, gut angelegte Holzfänge oder Moischen. Läßt sich weiters die Anlage von Würfen nicht umgehen, so müssen dieselben

an besonders passenden Plätzen angelegt werden, damit das von einem Gange auf einen Wurf herabgeschossene Holz sich nicht zu sehr zerstreuen kann, was ja wieder ein zeitraubendes Zuziehen in die Riesfortsetzung zur Folge haben müßte. Beschränkte Verleerplätze bedingen eine mehrmalige Unterbrechung des Betriebes, wodurch mitunter die günstigste Zeit zum Abriesen versäumt werden kann, und tragen gleichwie ungünstig angelegte Würfe zur Steigerung des Massen- und Werthverlustes an den abzuriesenden Hölzern bei. Die Verleerplätze sollen demnach eine derartige räumliche Ausdehnung erhalten, daß einerseits die ankommenden Hölzer nicht Schaden nehmen können, andererseits das allfällige Sortiren, unter Umständen selbst ein Lagern der Hölzer und das Weiterliefern derselben, beziehungsweise das Ueberwerfen in den Triftbach, das Aufladen und Ueberführen mittelst Schlitten oder Achsfuhrwerk anstandslos und ohne Schwierigkeiten vor sich gehen kann.

10. Die Anleitung und Vertheilung der Arbeiterschaft.

Wie bei dem Erdgefährten, so ist es auch bei dem Riesbetriebe von schwerwiegendem Einflusse, daß die Arbeiter entsprechend vertheilt und je nach dem Grade ihrer Gewandtheit beschäftigt werden. Eine übergroße oder zu geringe Anzahl von Rieshütern, speciell das letztere, kann zu empfindlichen Nachtheilen führen; unter allen Umständen wird im ersteren Falle das Arbeitserforderniß unnöthigerweise erhöht. Auch bei den Holzriesen wird sich die Ermittlung der unerläßlich nothwendigen Anzahl von Rieshütern und insbesondere ihrer richtigen Aufstellung im Wege von Versuchen empfehlen. Nicht minder wird sich auch eine fachgemäße und verständige Leitung der Arbeiter auf den Verleerplätzen und bei den einzelnen Riesunterbrechungen, Würfen u. dgl. dem gesammten Arbeitserfolge als sehr förderlich erweisen.

11. Die Gewandtheit der Arbeiter im Allgemeinen und der Grad der Vertrautheit derselben mit dem Riesgeschäfte im Besonderen.

Der günstige Erfolg bei dem Riesbetriebe hat neben der entsprechenden Gesammtleitung der Arbeiter auch einen gewissen Grad der Gewandtheit und Vertrautheit mit dem Riesgeschäfte, beziehungsweise Uebung seitens der Arbeiterschaft zur Voraussetzung. Es genügt indeß nicht, daß die Arbeiterschaft lediglich Kenntniß vom Riesbetriebe besitze, sondern es ist ein unerläßliches Erforderniß, daß wenigstens ein Theil der zum Riesbetriebe verwendeten Arbeiter auch das Verständniß und die erforderliche Fähigkeit besitze, um Zerstörungen an der Riese ungesäumt wieder gut machen zu können, d. h. die Arbeiter müssen auch mit dem Wesen des Baues einer Riese vollkommen vertraut sein.

12. Das Quantum der abzuriesenden Hölzer.

Je größere Massen auf einer Riese zur Ablieferung kommen, desto günstiger gestaltet sich selbstverständlich der Arbeitsaufwand, indem ja gewisse Leistungen, und dazu gehört in erster Linie die Instandsetzung der Hauptriese im Herbste, die Erhaltungsarbeit am Ober- und Unterbau der Riese während des Betriebes u. dgl., sich sodann auf größere Mengen vertheilen, Leistungen, welche mitunter einen namhaften Aufwand erheischen.

13. Die Unterbringung der Arbeiter in entsprechend günstig und nahe gelegenen Arbeiterstuben.

§. 35. Der Betrieb auf Rieſen als Waſſergerinne.

1. Die Größe und Vertheilung des Gefälles.*

Im großen Durchſchnitte ſind für Waſſerrieſen 5—6% das günſtigſte Gefälle. Auch bei den Waſſerrieſen iſt eine ängſtliche Ausgleichung des Gefälles überflüſſig; nur müſſen ſich die Gefällsmaxima und Minima in engeren Grenzen bewegen, als jene bei den Trockenrieſen.

2. Die Länge und Anzahl der Unterbrechungen.

Auch entlang einer Waſſerrieſe müſſen unter gewiſſen Verhältniſſen Wächter aufgeſtellt werden, da ja die Möglichkeit keineswegs ausgeſchloſſen erſcheint, daß einerſeits die Rieſe zerſtört werde, oder daß andererſeits der Betrieb durch Stopfung und Anſtauung des ſchwimmenden Holzes eine Unterbrechung erfahre. Es kommt ſomit der Einfluß der Länge auf den durchſchnittlichen Arbeitsaufwand ausſchließlich nur durch das geſteigerte Bedürfniß nach Ueberwachung der Betriebsſtrecke zum Ausdrucke. Dagegen tritt der Einfluß der Unterbrechungen in erhöhterem Maße hervor, iſt aber nicht entfernt mit jenem der Würfe bei Trockenrieſen in Parallele zu ſtellen.

---

* Beiſpielsweiſe ſollen die Gefällsverhältniſſe einiger hervorragender Waſſerrieſen des öſterreichiſch-ſteiermärkiſchen Salzkammergutes hier vorgeführt werden.

Die Brielgrabenwaſſerrieſe im Goſauthale des öſterreichiſchen Salzkammergutes hat eine Geſammtlänge von 2364 Currentmeter, ein ſchwankendes Gefälle von 1—24%. Dieſe Rieſe iſt ferner ausſchließlich im natürlichen Boden geführt und beſteht aus 2867 Stück 6—7 m langen Riesbäumen. Das Gefälle vertheilt ſich abwechſelnd derart, daß

5	Fächer	mit	34·00 m	Länge	ein	Gefälle	haben	von	1%
10	„	„	66·60	„	„	„	„	„	2 „
13	„	„	85·65	„	„	„	„	„	3 „
9	„	„	56·95	„	„	„	„	„	4 „
21	„	„	132·70	„	„	„	„	„	5 „
14	„	„	91·00	„	„	„	„	„	6 „
17	„	„	113·00	„	„	„	„	„	7 „
21	„	„	140·50	„	„	„	„	„	8 „
33	„	„	219·20	„	„	„	„	„	9 „
71	„	„	474·40	„	„	„	„	„	10 „
27	„	„	183·70	„	„	„	„	„	11 „
21	„	„	140·75	„	„	„	„	„	12 „
13	„	„	87·80	„	„	„	„	„	13 „
22	„	„	161·80	„	„	„	„	„	14 „
26	„	„	174·60	„	„	„	„	„	15 „
8	„	„	39·60	„	„	„	„	„	16 „
7	„	„	47·90	„	„	„	„	„	17 „
6	„	„	38·80	„	„	„	„	„	18 „
4	„	„	26·90	„	„	„	„	„	19 „
2	„	„	13·40	„	„	„	„	„	20 „
1	„	„	7·50	„	„	„	„	„	21 „
2	„	„	13·90	„	„	„	„	„	22 „
1	„	„	7·00	„	„	„	„	„	23 „
1	„	„	6·50	„	„	„	„	„	24 „
355	Fächer	mit	2364·15 m						

Im Mittel hat ein Fach eine Länge von 6·65 Currentmeter.

Eine zweite Waſſerrieſe im gleichen Bezirke (Grabenbachwaſſerrieſe) iſt 1040 Currentmeter lang, beſteht aus 183 Fächern, deren mittlere Länge 5·67 m beträgt. Auch dieſe Rieſe iſt im natürlichen Boden gelegt und beſteht aus 1520 Riesbäumen, während das Gefälle zwiſchen 1—17% wechſelt. Das mittlere Gefälle liegt zwiſchen 2—5%. Die Oedernthalwaſſerrieſe im Forſtbezirke Hinterberg im ſteiermärkiſchen Salzkammergute hat eine Länge von 2000 m, überwindet einen relativen Höhenunterſchied von 96·2 m mit einem Durchſchnittsgefälle von 4·81%. Das Gefälle ſelbſt ſchwankt zwiſchen 1—8%. Innerhalb der geſammten Riesſtrecken ſind zwei je 50 m lange Schwellteiche mit 2—3 m hohen Schwellwerken — einfacher Steinkaſtenbau — angelegt, welche zur Speiſung der Rieſe beſtimmt ſind.

Bekanntlich ermöglichen die Unterbrechungen die Anlage von Wasserriesen selbst an solchen Oertlichkeiten, wo die vorhandenen Gefällsverhältnisse für eine derartige Bringungsanstalt viel zu groß sind. Die Unterbrechungen sind gewöhnlich tief ausgehobene Teiche, in welche das Wasser und das Holz aus der oberen Riese, mitunter aus ziemlicher Höhe niederstürzt, und wird sodann letzteres durch einen Arbeiter in die Riesfortsetzung eingeführt.

Dieses wiederholte Einführen der Hölzer aus den Teichen in die Wasserriese erfordert zwar nicht den gleichen Aufwand des ersten Einwurfes, ist aber immerhin von einem namhaften Einflusse auf die Höhe des Gesammterfordernisses, wogegen aber die Hölzer keinen oder doch nur einen geringen Verlust an der Masse und an ihrem allgemeinen Gebrauchswerthe erleiden.

3. Die Beschaffenheit der Riese mit Rücksicht auf eine solide Bauausführung und Erhaltung, die Beschaffenheit des Querprofiles, die Anzahl der erforderlichen Rieshüter; die Anleitung und Vertheilung der Arbeiterschaft, die Gewandtheit der Arbeiter und endlich die Menge des abzuriesenden Holzes

üben auf den Leistungserfolg den gleichen Einfluß wie bei den Trockenriesen.

4. Die Beschaffenheit der abzuriesenden Hölzer.

Von der Länge der abzuriesenden Hölzer hängt nur der Bau, beziehungsweise der mehr oder minder gerade Verlauf der Riese ab; dagegen macht sich der Trockengrad in einer hervorragenden Weise geltend. Nasses schweres Holz ist in einer Wasserriese mit geringem Gefälle nicht fortzubringen und sinkt sofort in den Teichen oder Unterbrechungen zu Boden. Derartige Senkhölzer müssen bei dem Triftbetriebe gehoben und seitwärts zur nochmaligen Uebertrocknung gezaint oder gelagert werden.

5. Die Beschaffenheit der Einwurfstellen.

Das abzuriesende Holz kann an jeder Stelle in die Riese eingeführt werden. Ist nun die Gleitrinne der Riese an der betreffenden Einwurfsstelle hoch über dem natürlichen Boden gelegt, so muß das einzuwerfende Holz gehoben werden und kann hiedurch das Arbeitserforderniß namhaft gesteigert werden.

Desgleichen ist auch der Umstand von maßgebendem Einflusse, ob das abzuriesende Holz von den Zainen unmittelbar in die Riese geworfen werden kann, oder ob dasselbe auf, wenn auch nur kurze Strecken übertragen werden muß.

6. Die Fügung des Rieskörpers und die Menge des verfügbaren Wassers.

Selbstverständlich wird der Leistungsaufwand sich um so günstiger gestalten, je mehr Wasser dem Betriebe zur Verfügung steht, und je weniger davon durch die Fugen der Riese zu entrinnen vermag, d. h. in je besserem Zustande der Rieskörper sich befindet.

§. 36. Der Bau-, Erhaltungs- und Betriebsaufwand bei den trockenen, angenäßten oder beeisten Riesen.

Auf den durchschnittlichen Arbeitsaufwand, welchen die Herstellung einer Riese ht, nehmen Einfluß:

1. Die Art der Rieſe,

d. i. der Umstand, ob die Rieſe für die Abbringung von Lang-, Bloch- oder Brennholz erbaut wird, ob dieſelbe dauernd oder nur vorübergehend benützt werden ſoll.

2. Die Beſchaffenheit des Terrains, in dem die Rieſe geführt werden ſoll.

Die Bodenſchaffenheit übt unbeſtritten auf die Anlage eines Rieswerkes den weſentlichſten Einfluß, welcher um ſo fühlbarer zu Tage treten wird, wenn auf eine weitgehende Ausgleichung des Gefälles geſehen werden ſoll, in welchem Falle ab und zu die Anwendung eines complicirten und daher koſtſpieligen Unterbaues nicht zu umgehen ſein wird. Bei der folgenden Berechnung des durchſchnittlichen Arbeitserforderniſſes wird auch den Bodenverhältniſſen inſoweit Rechnung getragen, als der Arbeitsaufwand für mäßige und ſteile Lagen, für glatte Bergſeiten, Berglehnen mit Gräben und Einſenkungen und endlich für Berglehnen mit Felſenpartien getrennt zum Ausdrucke gebracht werden ſoll.

3. Der Umſtand, aus welcher Entfernung das zum Baue erforderliche Holz bezogen wird.

Muß das nothwendige Holz auf eine weite Strecke und in beſchwerlicher Art beigeliefert werden, ſo kann der Bau einer Rieſe bedeutenden Aufwand veranlaſſen, was angeſichts einer geplanten Rieswerkanlage jedenfalls wohl erwogen werden ſollte.

4. Die Gewandtheit und Vertrautheit der Arbeiter mit der Anlage und dem Baue der Rieſen.

Neben der Gewandtheit und Vertrautheit der Arbeiter mit dem Baue von Rieſen gehört zur Erzielung eines günſtigen Erfolges auch noch die Verwendung der richtigen Anzahl von Arbeitskräften, und zwar ſowohl mit Rückſicht auf die Art der Rieſe, als auch auf die Entfernung, aus welcher die zum Baue der Rieſe erforderlichen Hölzer beizuliefern ſind. Nach den aus dem Salzkammergute vorliegenden Erfahrungen iſt zum Baue der unterſchiedlichen Trockenrieſen die in nachſtehender Tabelle ausgewieſene Zahl von Arbeitern als die zweckmäßigſte zu empfehlen:

Entfernung, aus welcher das Holz zugeliefert werden muß, in Metern	Zu dem Baue einer		
	Hauptrieſe	halbgeſattelten Rieſe	Aſtachrieſe
	ſind Arbeitskräfte zu verwenden		
bis 40	14	11	7
„ 80	15	12	8
„ 160	18	15	11
„ 240	20	17	13

5. Das Gefälle und die Situation der Rieſe.

Schon früher wurde hervorgehoben, daß bei bedeutendem Gefälle oder in ſtarken Krümmungen die Rieſe da und dort mit einem oder mehr Rieshölzern überſattelt werden muß, damit die abzurieſenden Hölzer nicht aus der Gleitbahn ſpringen können, eine Nothwendigkeit, die zur Erhöhung des Arbeitserforderniſſes beitragen wird.

Die Tabellen IX und X enthalten den durchschnittlichen Arbeitsaufwand für die Herstellung der verschiedenen Gattungen von Holzriesen im Mittel ganzer Strecken, wobei nur bemerkt wird, daß der schwierigen und zeitraubenden Ausführung der unterschiedlichen Erd-, Berg- und Kreuzjoche durch die specielle Berücksichtigung der möglichen Terrainverhältnisse thunlichst Rechnung getragen wurde. Von Wesenheit für den jeweiligen Arbeitsaufwand ist auch die Entfernung, aus welcher das Holz zum Riesbaue beigeschafft werden muß, ein Umstand, der gleichfalls bei Aufstellung der Tabelle Berücksichtigung gefunden hat.

Die Tabelle IX ist aus dem Ergebnisse von circa 200 Neubauten und Umlegungen von Stangenriesen zusammengestellt, deren Länge zwischen 80—1390 m schwankte. Aus den zahlreichen Bauherstellungen ging hervor, daß bei voller Gunst der Verhältnisse, bei einfachen Jochbauten und auch förderlicher Lage der nothwendigen Hölzer, d. h. wenn dieselben unmittelbar neben der Riese vorhanden sind, das Herstellungserforderniß bei einer Brennholz-Hauptriese auf 0·30, bei einer halbgesattelten bis 0·20 und bei einer Astachriese bis 0·08 einer Tagschicht per laufenden Meter sinken kann.

Häufig werden bestehende Brennholz-Rieswerke innerhalb eines Schlages partienweise oder auch ihrer ganzen Länge nach auf eine andere Stelle, beispielsweise in eine zweite Mulde oder in einen zweiten Graben überschafft. Selbstverständlich ist eine derartige Umlegung nur innerhalb gewisser Grenzen zulässig, wenn die Kosten derselben nicht einer Neuanlage gleich oder gar noch über eine solche hinaus zu stehen kommen sollen.

Der durchschnittliche Arbeitsaufwand für das Umlegen bestehender Rieswerke auf kurze Distanzen berechnet sich für den laufenden Meter

bei den Hauptriesen . . . . . mit 0·12—0·18 Tagschicht
„ „ halbgesattelten Riesen . . . „ 0·10—0·15 „
„ „ Astachriesen . . . . . „ 0·07—0·11 „

Den Lieferaufwand enthalten die Tabellen XI* und XII, und zwar Tabelle XI den durchschnittlichen Leistungsaufwand für das Abriesen von 1—2 m langen Rundhölzern,

---

* Die Tabelle XI ist das Ergebniß aus 211 Riesversuchen, und zwar:

									Tagwerk per rm³
77	Fälle	mit	1maliger	Ankehr	und	dem	Arbeitserforderniße	von	0·02—0·06
53	„	„	2 „	„	„	„	„	„	0·04—0·12
25	„	„	3 „	„	„	„	„	„	0·06—0·19
24	„	„	4 „	„	„	„	„	„	0·09—0·23
12	„	„	5 „	„	„	„	„	„	0·19—0·30
11	„	„	6 „	„	„	„	„	„	0·21—0·35
2	„	„	7 „	„	„	„	„	„	0·30
3	„	„	8 „	„	„	„	„	„	0·35—0·48
1	„	„	9 „	„	„	„	„	„	0·36
1	„	„	10 „	„	„	„	„	„	0·41
2	„	„	11 „	„	„	„	„	„	0·32—0·33

Die 211 Versuche umfaßten ein abgeriestes Holzmassenquantum von 124.330 rm³, und es betrug die Gesammtlänge der benützten Riesstrecken 105.793 Currentmeter.

Die größten Längen der benützten Rieswerke waren

1851 m (zugleich Klotzholzriese) mit 8 Würfen
1765 „ „ 3 „
1784 „ „ 6 „
1936 „ „ 4 „
1520 „ „ 4 „
1210 „ „ 3 „

und das größte Lieferquantum 6350 rm³ auf einer Riese von 774 m Länge mit 4 Würfen, dann 5000 rm³ auf einer 1765 m langen Riese mit 3 Wurfplätzen.

In gleicher Weise sind auch die Ansätze der Tabelle XII aus einer großen Anzahl thatsächlicher Ergebnisse abgeleitet.

Tabelle XII jenen für das Abriesen von 3—7 m langen Klötzen, unter der Voraussetzung, daß die Riese keine Unterbrechungen besitze. Tabelle XIII enthält den Arbeitsaufwand nach Derbgehalt.

Kommen innerhalb der Riesstrecke Würfe vor, so daß die Hölzer neuerlich zur Einkehr zugezogen, eingeführt und abgeschossen werden müssen, dann sind selbstverständlich die Ansätze dieser Tabellen so oftmal zu vervielfältigen, als innerhalb der Lieferstrecke Unterbrechungen vorkommen.

§. 37. Der Bau-, Erhaltungs- und Betriebsaufwand bei Riesen als Wassergerinne.

1. Aufwand bei Herstellung einer Wasserriese, die mit ihrem vollen Körper in den natürlichen Boden versenkt werden soll.

Ein 8 m langes Riesfach (Fig. 23) erfordert:

a) An Erdarbeiten.

Erdaushub in einer Länge von 8 m, einer verglichenen Breite von 1·8 m und 0·7 m Tiefe = 10 m³.

b) An Materialerforderniß.

2	Stück	8 m	lange,	15—18 cm	starke	Bodenbäume a
2	„	8 „	„	18—22 „	„	Wehrer b
2	„	8 „	„	22—24 „	„	Sattelbäume c
2	„	8 „	„	24—30 „	„	Uebersattelbäume d
4	„	1 „	„	15—20 „	„	Polsterhölzer e
12	„	0·6—0·8 „		15—20 „	„	Zangen f und Nadelhölzer e
35	„	50—60 cm lange Holznägel aus Lärchenholz.				

c) An Arbeitsaufwand.

10 m³ Erdausgrabung à 0·3—0·7 Tagschicht = ... 3— 7 Tagschichten

Das Legen von vier Pölstern in Entfernungen von 2·3 m, das Herrichten der Riesbäume einschließlich des Aufnagelns der Bodenbäume auf die Polsterhölzer, das Verbinden oder Befestigen der Wehrer, Sattel- und Uebersattelbäume untereinander durch je drei Dippelnägel, das Erzeugen der Holznägel, das Herrichten und schwalbenschwanzartige Verzapfen der Zangen (Inschlösser) sammt einer allfälligen Vernadelung der letzteren im natürlichen Boden, endlich das Hinterfüllen des Rieskörpers mit dem vorhandenen Erdaushube und festes Verstampfen erfordert . . . 10—12 „

Aufwand . 13—19 Tagschichten

oder per laufenden Meter 1·625 - 2·375 Tagschichten.

Das Ausheben eines alten, vermorschten Faches einschließlich der Beseitigung des herausgenommenen Holzwerkes, der Erd- und Schuttmassen erfordert

im lockeren Boden . . . . . 3 Tagschichten

im festen oder gefrorenen Boden . . . . . 5 „

oder per laufenden Meter 0·37—0·62 Tagschichten.

2. Herstellungskosten einer Wasserriese aus geschnittenem Ladwerk (Bohlen).

Ein 7 m langes, 1 m breites und 60 cm tiefes Fach (Fig. 22) erfordert an Material- und Arbeitsaufwand:

2 Stück	Schuhhölzer a und 2 Stück Jochhölzer b, 1·8 m lang, 30/40 cm vierkantig behauen, einschließlich des Ausstemmens der Zapfenlöcher für die Jochsäulen, des Lagerns und Aufziehens	3·7	Tagschichten
4 „	Jochsäulen c auf eine Länge von 1·8 – 3·0 m ausschneiden, zuzapfen und aufstellen	1·8	„
2 „	Straßbäume d auf eine Länge von 7 m ausschneiden, 24 cm zweiseitig behauen und lagern	1·2	„
2 „	Riesenschemel e, 1·9 m lang, 25/45 cm stark vierkantig behauen und nach einer Schablone für die Aufnahme der Riesrinne ausschneiden, aufstellen, inbegriffen die Herstellung der zwei Zapfenlöcher für die zwei Schemelstützen (Doggen) f	3·0	„
4 „	Schemelstützen (Doggen) f, 50 cm lang, 13/15 cm stark vierkantig behauen, sammt Anzapfen und Einstellen	1·3	„
6 „	Riesenpfosten (Läden, Bohlen) g, 7 m lang, 65 oder 80 mm stark, säumen, für die Ausschoppung, ausfügen und annageln	3·4	„
36 „	eiserne oder hölzerne Nägel (Hirnnägel), für das Anfertigen der letzteren	0·5	„
35 Currentmeter	Späne (Zaine, Moosbeil) für das Ausschoppen der Fugen aus gutspältigem Holze erzeugen und mit 231 Stück gewöhnlicher Schiffklammern in die Fugen des Rieskörpers befestigen	1·3	„
1 Stück	Stegladen h, 7 m lang, 50 cm dick, säumen und aufnageln	0·3	„
	Gesammterforderniß	16·5	„

daher per 1 Längenmeter 2·357 Tagschichten.

3. Herstellungskosten einer ausgejochten Wasserriese aus theilweise behauenen Bauhölzern.

Ein 8 m langes, 1 m weites und 60 cm tiefes Riesfach (Fig. 21) erfordert an Material- und Arbeitsaufwand:

2 Stück	Schuhhölzer (a), 2 m lang, 32 cm zweiseitig behauen, einschließlich der Herstellung der Zapfenlöcher für die Jochsäulen	1·2	Tagschichten
2 „	Jochsäulen b in der erforderlichen Länge ausschneiden und anzapfen, dann aufstellen	1·8	„
2 „	Jochholme, 2 m lang, 32 cm zweiseitig behauen, herrichten und aufstellen	1·2	„

Dieser Arbeitsaufwand ist nur dann zu veranschlagen, wenn nicht die Riesenschemel wie in Fig. 21 gleichzeitig als Jochholme benützt werden können.

2 Stück	Riesenschemel c, 2 m lang, zweiseitig 35 cm stark behauen, einschließlich der Ausarbeitung des Profils für die Riesrinne, Herstellen der Zapfenlöcher für die zwei Seitenstützen und Streben	2·0 Tagschichten
4 „	Stützen (Doggen) d, 80 cm lang, einseitig behauen, anzapfen und aufstellen, einschließlich der Herstellung der Verzapfung der 4 Stück 45 cm langen Streben e	0·7 „
8 „	8 m lange, 24—32 cm starke Bauholzstücke, dreiseitig in Form eines Trapezes behauen, das Schopprecht ausnehmen, an der unteren, unbehauenen Seite die Kerben für die Doggen oder Stützen aushauen, am Zusammenstoße der Fächer eine einfache Ueberplattung anarbeiten, annageln, dreifach verdippeln, einschließlich der erforderlichen Holznägel	10·0 „
56 Längenmeter	Späne (Moosbeil, Zaine) zum Schoppen der Fugen aus weichem, gut spaltbarem Holz erzeugen und mit 200 Stück gewöhnlichen Schiff- oder Klausklammern annageln	2·3 „
1 Stück	Stegladen, 8 m lang, 28—32 cm breit (Halbbaum), aus einem 32 cm starken Rundholzstücke durch Bohren erzeugen, abebnen, auflegen und festnageln	1·4 „
	Gesammterforderniß .	16·4 Tagschichten

oder per laufenden Meter 2·05 Tagschichten.

4. Herstellungskosten einer Wasserriese aus behauenen Steinen (Fig. 24b).

Eine 10 m lange Wasserriese mit dem Profile eines Kreissegmentes und dem entsprechenden Halbmesser von 77 cm, einer Pfeilhöhe (Tiefe des Gerinnes) von 65 cm und Sehnenlänge (obere Weite des Gerinnes) von 148 cm herstellen erfordert an Material- und Arbeitsaufwand, unter der Voraussetzung, daß die Rinne aus behauenen und entsprechend mit Bruchsteinen untermauerten Steinen ausgeführt wird:

21 m³	Riesensteine gewinnen, nach dem Profilbogen auf fünf Seiten behauen erfordert ohne Beiführung	84·0—126·0 Tagschichten
	Das Ausheben der Rinne für den Körper der Riese (10 m lang, 3 m breit, 1·3 m tief) = 39 m³ Erdausgrabung à 0·3—0·4	11·7— 15·6 „
	Die Untermauerung der Riessteine (10 m lang, 3 m breit, 0·3 m tief) = 9 m³ Bruchsteinmauerwerk mit hydraulischem Kalkmörtel à 1·9 Tagschichten	17·1— 17·1 „
	900 kg hydraulischen Kalk. 2·7 m³ Sand.	
21 m²	Quadersteine im hydraulischen Kalkmörtel nach dem bestimmten Profile versetzen und nach Erforderniß theilweise zurichten, einschließlich des vollständigen Ausfugens erfordert à 3—4 Tagschichten	63·0— 84·0 „
	1 m³ Kalk, 2 m³ Sand.	
	Gesammterforderniß .	175·8—242·7 Tagschichten.

Der laufende Meter erfordert daher einen Aufwand von 17·58—24·27 Tagschichten, in welchem Erfordernisse indeß die Zufuhr des Materials nicht mit inbegriffen ist.

Im festen Boden genügt es, wenn nur die Sohle der Wasserrinne untermauert ist oder auf eine steinerne Unterlage gestellt wird, damit nicht eine Durchweichung der Unterlage und hiedurch ein Setzen oder Nachsinken der Quadern erfolge, im Falle als zwischen den Fugen oder vom Grund aus Wasser bis an die Mauerung hinantreten sollte.

5. Herstellungsaufwand einer 10 m langen Wasserriese aus behauenen Steinen mit einem Holzboden aus Bohlen (Fig. 24a).

Die beiden Steinwandungen bekommen eine Höhe von 80 cm und können aus einer oder zwei Reihen von Hausteinen zusammengefügt werden; nur muß die nach dem Inneren der Wasserriese gekehrte Seite angemessen schief zugehauen werden, derart, daß dieselbe mit der oberen Lagerfläche einen stumpfen Winkel bildet.

Der Material- und Arbeitsaufwand stellt sich folgendermaßen:

16 m³ Hausteine an fünf Seiten behauen à 4—5 Tagschichten	64 — 80	Tagschichten
Die Steine versetzen und nach Erforderniß zurichten und überhauen	32	„
10 m³ Grundaushebung à 0·4 Tagschicht	4	„
Die Pölster für den Holzboden, 5 Stück 0·5 m langes und 15—20 cm starkes, zweiseitig bezimmertes Gehölz abzimmern, herrichten und legen	0·6	„
2 Stück 5 m lange, 80 mm dicke Bohlen säumen und mit 10 Stück Holznägeln aus Lärchenholz an die Pölster festnageln	1·0	„
Die Hausteinwände mit 9—10 m³ Bruchsteine hintermauern und hinterfüllen	10·0	„
Gesammtaufwand	111·6—127·6	Tagschichten

Der laufende Meter erfordert somit einen Aufwand von rund 11—13 Tagschichten ohne Materialbeifuhr.

Arbeitsaufwand bei dem Triften von Brenn- und Klotzhölzern auf unterschiedlich langen Wasserriesen.

Das Abliefern von Brennholz auf ständigen Wasserriesen erheischt per m³ Brennholz in Form von 1—2 m langen Rundstücken (Drehlingen) und Scheitern einschließlich der gesammten Arbeiten, als: Einwerfen, Abtriften des Holzes, Regulirung des Triftwassers und der unterschiedlichen Wasserzuleitungen, dann Aufstellung von Hütern* auf einer Triftstrecke von:

1000 m	einen durchschnittlichen Arbeitsaufwand von	0·01—0·03	Tagschicht
1500 „	„ „ „ „	0·02—0·04	„
2000 „	„ „ „ „	0·03—0·05	„
2500 „	„ „ „ „	0·04—0·06	„
3000 „	„ „ „ „	0·05—0·07	„

* Unter gewöhnlichen Verhältnissen kann für eine Strecke von 500 m ein Hüter angenommen werden. Zum Anwässern von Brennholz genügen zwei Arbeiter, die innerhalb eines Arbeitstages je nach der Entfernung, dann der Beschaffenheit des Holzes 50—100 rm³ in die Wasserriese einwerfen werden. Bei Klotzholz sind zum Anwässern 4—8 Arbeiter erforderlich, und kann deren Tagesleistung mit 80 bis 120 Stück Blochhölzern veranschlagt werden.

3500 m einen durchschnittlichen Arbeitsaufwand von 0·06—0·08 Tagschicht
4000 „ „ „ „ „ 0·07—0·09 „
4500 „ „ „ „ „ 0·08—0·10 „

Für das Abtriften von 3—8 m langen Klotzhölzern, einschließlich des Einwerfens und der Ueberwachung und Regulirung des Triftwassers, per Stück in Tagschichten:

1000 m einen durchschnittlichen Arbeitsaufwand von . . . . 0·06 Tagschicht
1500 „ „ „ „ „ . . . . 0·07 „
2000 „ „ „ „ „ . . . . 0·08 „
2500 „ „ „ „ „ . . . . 0·09 „
3000 „ „ „ „ „ . . . . 0·10 „
3500 „ „ „ „ „ . . . . 0·11 „
4000 „ „ „ „ „ . . . . 0·12 „
4500 „ „ „ „ „ . . . . 0·13 „

In diesem Aufwande ist indeß das Ausziehen und Zainen oder Lagern des Holzes nicht mit inbegriffen; das erstere kann mit einem Aufwande von 0·04 Tag per rm³ Brennholz und mit 0·06—0·08 Tag per Stück Bloch oder Klotz bemessen werden, während der Aufwand für Zainung oder Lagerung nach den bei den Legstätten gegebenen Andeutungen zu veranschlagen wäre.

Werden die Hölzer in einem künstlich angelegten Canal abgetriftet und ist eine Ueberwachung des letzteren entbehrlich, dann ist nur der Arbeitsaufwand, den das Einführen der Hölzer in das Triftwasser erfordert, in Anschlag zu bringen.

IV. Capitel: Die Drahtriesen.

§. 38. Das Wesen der Drahtriesen im Allgemeinen.

Die Drahtriese ist ein ausschließliches Transportmittel des geneigten Terrains und somit berufen, im Transportwesen des Hochgebirges eine hervorragende Stelle einzunehmen. Die Unabhängigkeit von der jeweiligen Terraingestaltung verleiht der Drahtriese vor den übrigen Transportmitteln einen Vorzug, der unter so manchen Verhältnissen ausschließlich zu deren Gunsten sprechen wird; sind ja doch die Hindernisse, welche in Folge der mannigfachen Formungen und Gestaltungen des Bodens im Gebirge sich dem forstlichen Transportwesen entgegenstellen, oft derart gewaltig, daß eine Ausbringung der Forstproducte, wenn nicht auf unüberwindliche, so doch mindestens auf kaum zu bewältigende Schwierigkeiten stößt. In derartigen Fällen kann nun die Drahtriese möglicherweise mit großem Vortheile an die Stelle der anderweitigen Transportmittel treten. Ungünstige Bodenformungen sind aber im Gebirge häufig anzutreffen, zu deren Bewältigung jedoch in gar vielen Fällen nur beschränkte Mittel verfügbar, indem die Hochgebirgswirthschaft auch unter günstigen Voraussetzungen keine zu kostspieligen Anlagen verträgt. Es gehört eben mit zu den besonderen Aufgaben des Forstbetriebes im Hochgebirge, die Ausbringung der Forstproducte mit den einfachsten, daher auch billigsten Mitteln zu erreichen. Nachdem nun in dieser Richtung die Drahtriesen eine zufriedenstellende Gewährleistung aufweisen — sie entbehren ja des im Gebirge unter allen Umständen kostspieligen Unter- oder Grundbaues — so ist das Gebiet der Drahtriesen im Allgemeinen kein enge begrenztes.

Auf den Drahtriesen gleiten die Lasten oder Hölzer gleichwie auf gewöhnlichen Holzriesen vermöge des Einflusses der einen Schwercomponente selbstthätig und werden nur unter gewissen Voraussetzungen durch eigene Vorrichtungen (Bremsseile) bei dem Niedergleiten in einer bestimmten Gleitgeschwindigkeit erhalten, damit einerseits die Riesvorrichtungen, andererseits die Lasten keinerlei Beschädigungen erleiden können.

Die primitivsten Drahtriesen* haben als Förderungsmittel den einfachen Draht, der später durch das Drahtseil mit Bremsvorrichtungen ersetzt wurde. Mit Rücksicht auf die eigentliche Transportweise, ob nämlich die Lasten unmittelbar durch die Schwercomponente der Last auf dem Drahtseile sich abwärts bewegen oder ob das Seil nur als Hilfsmittel dient, um Lasten bergan- oder bergabwärts mittelst der Verwendung eines Motors zu fördern, unterscheiden wir

a) Seilriesen und
b) Seilbahnen.

Sowohl bei diesen wie bei jenen kann das Drahtseil fest oder beweglich sein, und können andererseits die Seilbahnen den Lastentransport nur nach auf- oder abwärts oder auch nach beiden Richtungen gestatten. Es lassen sich somit die Seilriesen und die Seilbahnen mit Rücksicht auf das Förderungsmittel, die Transportweise und allgemeine Anlage folgendermaßen gruppiren:

I. Die einfachen Drahtriesen.

II. Drahtseilriesen:

a) Die Drahtseilriese mit zwei fixen Drahtseilen.
b) Die Drahtseilriese mit einem fixen Drahtseile.

III. Die Seilbahnen.

Der Betrieb auf den Draht- und Drahtseilriesen kann wieder mit oder ohne Hinzutreten einer eigenen Seilförderung (Zug- oder Bremsseil) erfolgen, und kommen gewöhnlich die Drahtriesen ohne, die Drahtseilriesen mit einer Seilförderung in Verwendung.

Die Drahtseilbahnen sollen, insoweit sie für das forstliche Transportwesen in Frage kommen, in einem selbstständigen Capitel abgehandelt werden.

§. 39. Die Herstellung der Drahtriesen.

Die gewöhnlichen Drahtriesen bestehen aus einem einfachen Eisendraht, der in entsprechender Weise an jenem Punkte befestigt wird, von welchem aus die Abbringung von Lasten geplant wird, während am Endpunkte eine Vorrichtung angebracht ist, mittelst welcher nicht nur die Festigung, sondern auch die erwünschte und nothwendige Spannung des Drahtes vorgenommen werden kann. Bei der Aufstellung einer einfachen Drahtriese mit dem ausschließlichen Lastentransport nach abwärts sind erfahrungsgemäß folgende Momente zu berücksichtigen:

1. Der Anfangspunkt der Drahtriese ist auf einem Felsenvorsprung oder am Rande eines scharf ausgesprochenen Terrainbruches derart anzubringen, daß das Zuliefern der abzuriesenden Lasten, beziehungsweise Hölzer anstandslos und mit dem zulässig kleinsten Aufwande möglich ist.

---

* „Monatsschrift des Reichsforstvereines," Jahrgang 1872, p. 330, 436 und 519, Jahrgang 1873, p. 473: „Eisen- und Stahldraht als Transportmittel."

2. Für die Befestigung des oberen Drahtendes genügt ein stehender Baum oder Baumstock und in deren Ermanglung ein in den Boden eingetriebener Pfahl. Das Befestigen des eigentlichen Drahtes geschieht am einfachsten und auch sichersten in der Art, daß das oben zugespitzte Drahtende hakenförmig umgebogen und in den Baumstock oder Pfahl eingeschlagen wird. Ein weiteres zwei- oder dreimaliges Umwinden genügt, um den entsprechenden Festigkeitsgrad zu erzielen, nur sollen obige Windungen sich überkreuzen. Die Befestigung muß einige Meter vom Felsenrande oder dem Terrainbruche weg erfolgen, und es ist der Draht sodann über 1½—2 m hohe Holzböcke oder über kreuzweise aufgestellte Stangen (Untersatz) nach der Tiefe zu führen. Durch die Stütze soll dem Drahte eine solche Höhe über der Bodenfläche gegeben werden, daß die Befestigung der Lasten durch die Arbeitsmannschaft ohne Schwierigkeit bewerkstelligt werden kann.

3. Am unteren Ende der Riese wird der Draht über eine hölzerne Welle (ähnlich der Spannvorrichtung bei der Drahtseilriese, Fig. 25) gerollt. Jene wird entweder zwischen stehenden Bäumen oder zwischen fest eingerammten Pfählen befestigt und mittelst Speichen oder Ketten und Hebel gedreht, so zwar, daß dem auf der Welle befestigten Drahte nach dem jeweiligen Erfordernisse die nöthige Spannung gegeben werden kann. Ein Zurückweichen der Welle nach vollzogener Spannung des Drahtes wird durch eine vorgesteckte Sperrstange verhindert. Bei Anlagen von größerer Dauer kann man sich auch der in Fig. 203 dargestellten Vorrichtung bedienen, die sodann auf einem einfachen Holzrahmen mittelst Schrauben befestigt wird.

4. Sowohl zum Schutze der Spannvorrichtung, als auch zur Vermeidung einer Beschädigung der niedergleitenden Lasten ist vor der Spannwelle ein angemessen hoher, allenfalls mit Rasenstücken bekleideter Erd- oder Schuttdamm herzustellen.

5. Ein Ausglühen, beziehungsweise Durchziehen des Drahtes durch ein schwaches Kohlenfeuer vermindert dessen Brüchigkeit, und werden hiedurch die häufigen und lästigen Unterbrechungen des Betriebes möglichst vermieden.

6. Wird die Riese über ein bewaldetes Terrain geführt, so ist vor dem Aufstellen derselben die Linie zu bestimmen, entlang welcher der Draht gespannt werden soll, und ist besagte Trace von allen größeren Hindernissen frei zu machen, weil sonst das nachträgliche Spannen, beispielsweise durch stehende Bäume, behindert werden könnte.

7. Der erforderliche Draht kann in seiner vollen Länge bezogen werden, oder es wird derselbe aus Theilstücken auf die nothwendige Länge zusammengeschweißt. Bietet der Transport, beziehungsweise das Hinauftragen des Drahtes zur Anfangsstation der Riese bedeutende Schwierigkeiten, dann wird es sich jedenfalls empfehlen, den Draht in kürzeren Theilstücken dem Transporte zu unterziehen und das Zusammenschweißen auf die nothwendige Länge aber erst oben, am Anfangspunkte der Riese selber zu veranlassen. Sind dagegen die Transportschwierigkeiten keine außergewöhnlichen, dann kann das Zusammenschweißen der Drahttheile auch auf einem geeigneten Punkte im Thale vollzogen werden; nur ist in diesem Falle der Draht für den Transport in einzelne Traglasten oder Rollen zu zerlegen, zwischen denen 1—2 m lange Verbindungsstücke offen bleiben. Jede Rolle wird von einem Arbeiter aufgenommen, und die Mannschaft bewegt sich sodann in geschlossener Reihe nach aufwärts.

8. Das Zusammenfügen oder Löthen des Drahtes erfolgt am besten und dauerhaftesten in der Weise, daß die Drahtenden in einer Länge von 6—9 cm schief abgefeilt

und übereinander gelegt werden. Zwischen die zugefeilten und aufeinander gelegten Drahtenden kommt eine Einlage von dünnem Kupferblech, worauf diese Löthstelle mit feinem Draht fest überwunden und in einem Kohlenfeuer geglüht wird. Nach dem Durchglühen und darauffolgenden Erkalten des Drahtes wird der Bindedraht entfernt und die Löthstelle mit einer Feile entsprechend geglättet.

9. Ist der Draht zur Anfangsstelle der Riese hinaufbefördert und dort befestigt worden, dann kann an das eigentliche Aufrollen und Ablassen desselben in der Richtung der geplanten Spannung geschritten werden. Das Ablassen des Drahtes nach der Tiefe bietet bei ungünstigen Terrainverhältnissen Schwierigkeiten, nachdem sich das Drahtende an den Felsabstufungen oder sonstigen Hindernissen gerne verhängt und unter Umständen nur durch Arbeiter wieder losgelöst werden kann, die man an Seilen hängend herabzulassen gezwungen ist. Wird dagegen an das Drahtende eine ziemlich schwere eiserne Rollkugel befestigt, so wird letztere die zahlreich vorhandenen Hindernisse beim Ablassen leichter bewältigen und damit das ganze Geschäft wesentlich vereinfachen.

10. Die Stärke des Drahtes, beziehungsweise dessen Querschnitt wird zunächst von seiner eigenen Länge und Schwere und von der Größe der abzuriesenden Lasten bedingt. Außerdem muß noch die Qualität des Drahtes — ob aus Eisen oder Stahl — der Grad der Spannung, die Neigung des Drahtes gegen den Horizont und endlich die Bedingung mit in Rechnung gezogen werden, welchen Grad von Sicherheit die Riese gewähren soll.

Bezeichnen wir das Gewicht der zu fördernden Last mit Q, die Länge der Riese, beziehungsweise die von der Last zu durchlaufende Strecke mit L, den Grad der Spannung mit s, das Gewicht eines Längenmeters Draht von einem bestimmten Querschnitte mit q, den Neigungswinkel mit α, den erwünschten Grad der Sicherheit mit f und die Tragfestigkeit des Drahtes mit Rücksicht auf dessen Qualität mit T, so läßt sich der erforderliche Querschnitt des Drahtes x nach der bekannten Formel

$$\frac{x \,.\, T}{f} = s + Q \,.\, \cos\alpha + x \,.\, q \,.\, L \quad \text{oder} \quad x = \frac{f\,(s + Q \,.\, \cos\alpha)}{T - q \,.\, L \,.\, f}$$

in Quadratmillimetern berechnen.

Nach Redtenbacher kann bei dem Eisendrahte $T = 70$ kg per mm² und $q = 0{\cdot}0077$ kg per mm² und 1 m Länge angenommen werden. Desgleichen kann auch, insoferne unter gewöhnlichen Verhältnissen eine sechsfache Sicherheit entspricht, in obiger Formel $f = 6$ gesetzt werden.

Nachdem das Eigengewicht des Drahtes bei zunehmendem Neigungswinkel der Riese und Länge der Gleitstrecke eine erhöhte Tragfähigkeit in den oberen Partien beansprucht, so ist auch hierauf bei der Berechnung der Stärke des Drahtes und bei der Herstellung der Riese in geeigneter Weise Bedacht zu nehmen. Bei den gewöhnlichen Drahtriesen schwankt die Stärke, beziehungsweise der Durchmesser des Drahtes zwischen 6—9 mm.

11. Das Gefälle der Riese wird zwar in erster Linie von der Beschaffenheit des Terrains bedingt, sollte aber mit Rücksicht auf einen entsprechenden Betriebserfolg nicht unter 30 und nicht über 60 Grad Neigung betragen.

12. Die Spannung des Drahtes muß auf das zulässig kleinste Maß eingeschränkt werden, weil mit der zunehmenden Anspannung die Tragfähigkeit und mit dieser auch die Sicherheit des Betriebes vermindert wird.

§. 40. Der Betrieb auf Drahtriesen.

Der Betrieb auf der gewöhnlichen Drahtriese ist höchst einfach; die abzuriesenden Lasten werden in einzelnen Gebünden, welch' letztere natürlich der Tragfähigkeit des Drahtes entsprechen müssen, mittelst hölzerner oder eiserner Haken auf den Draht der Riese gehängt und gleiten dann in Folge der einen Schwercomponente selbstthätig thalabwärts. Die hölzernen oder die mit Holz gefütterten Metallhaken sind jenen aus reinem Metall vorzuziehen, weil letztere den Draht in einem viel zu hohen Grade angreifen und daher zu einer unverhältnißmäßig schnellen Abnützung der Riese, sowie zu vielfachen Betriebsunterbrechungen führen. Die Rückbeförderung der Aufhänghaken erfolgt in bestimmten Zeitintervallen durch Hinaufziehen mittelst einer Schnur, deren Ende mit einer der niedergleitenden Lasten nach der unteren Station geschafft wird.

Nach den Erfahrungen, die man in Tirol * an den dort aufgestellten und in Betrieb gesetzten Drahtriesen gemacht hat, berechnet sich das Arbeitserforderniß für Aufstellung der Riese, sowie für das Abriesen von Hölzern folgendermaßen: Das Anfertigen und Einsetzen der Walze einschließlich der Herstellung eines Erddammes erforderte einen Aufwand von acht Tagschichten, während das Spannen des circa 2333 m langen, 6·5 mm im Durchmesser dicken und 689 kg schweren Drahtes durch vier Mann in einem Tage bewerkstelligt wurde.

Das einmalige Löthen und neuerliche Aufziehen, dann das Spannen des Drahtes erforderte gleichfalls einen Aufwand von vier Tagschichten.

Reisigwellen oder Faschinen in der Länge von 1 m und 15—20 cm im Durchmesser sind von zwei Arbeitern, wovon ein Mann oben mit dem Befestigen der Faschinen oder Gebünde und ein zweiter mit dem Ablösen derselben beschäftigt war, zu 2400 Stück per Tagschicht abgeriest worden. Es entspricht dieses Arbeitserforderniß circa 0·05 Tag pro fm^3. Das Abriesen von einem fm^3 Scheitholz, wovon circa 20—25 Stück in ein Bündel gebunden waren, erforderte einen Aufwand von 0·08 Tagschicht.

Das Niedergleiten der Scheitholzbündel erfolgte mit einer Geschwindigkeit von 28—30 m per Secunde.

§. 41. Die Vor- und Nachtheile der Drahtriesen.

Die Vortheile der Drahtriesen, wie sie gewöhnlich angetroffen werden, lassen sich in nachfolgende Punkte zusammenfassen:

1. Bietet die Aufstellung einer Drahtriese keinerlei Schwierigkeit, wenn sonst die betreffende Oertlichkeit für dieses specielle Bringungsmittel die erforderliche Eignung besitzt. Die Aufstellungskosten, desgleichen auch jene für eine allfällige Verlegung der Riese sind gegenüber dem Aufwande für die anderweitigen Bringungsmittel sehr mäßig und lassen sich die einschlägigen Arbeiten in kurzer Zeit ausführen.

2. Ist das Riesgeschäft überaus einfach und erfordert keine geschulten und eingeübten Arbeitskräfte.

3. Gestatten Drahtriesen die Auslieferung von schwachem Brennholz, Astach, Reisig u. dgl. aus Oertlichkeiten, wo sonst auf eine Verwerthung derartiger Sortimente

* „Die Drahtriesen in Südtirol." „Oesterreichische Monatsschrift" 1859, p. 411.

gar nicht zu denken ist. Damit ist aber zugleich auch die Möglichkeit erschlossen, Hochgebirgsschläge von den lästigen und gefahrbringenden Abfallhölzern reinigen zu können.

4. Ist der Lieferaufwand bei den Drahtriesen mit Rücksicht auf die damit bewältigten Terrainhindernisse ein sehr mäßiger.

Neben einigen unbestreitbaren Vorzügen haben die Drahtriesen als ein forstliches Transportmittel andererseits auch mehrfache Nachtheile im Gefolge, die gegen eine ausgedehntere Anwendung derselben sprechen. Dieselben bestehen in Folgendem:

1. Haben Drahtriesen der gewöhnlichen Form bei einer größeren Länge, beziehungsweise Förderstrecke in Folge des bedeutenden Eigengewichtes und der nothwendigen Spannung eine geringe Tragfähigkeit und gestatten daher nur das Abliefern von minderen Holzsortimenten, beispielsweise Brennholzscheitern, Rinden, Faschinen, Reisig und Astholz, und allenfalls Producte der forstlichen Nebennutzung, wie Waldstreu, Torf, Heu u. dgl.

2. Gewährt der Betrieb auf Drahtriesen nicht den erforderlichen Grad der Sicherheit, da ein öfteres Reißen des Drahtes selbst bei Anwendung der größten Sorgfalt kaum zu umgehen sein wird. Die Wucht, mit welcher die sich selbst überlassenen Hölzer, beziehungsweise Lasten auf der steilen Bahn nach der Tiefe gleiten, die gewaltsamen Erschütterungen des Drahtes, die erfolgen, wenn die gleitenden Körper einzelne Unebenheiten des letzteren passieren müssen, schließlich die bedeutende Abnützung des Drahtes durch die große Reibung* und den Stoß, den die unten anlangenden Körper auf die Gleitbahn übertragen, verursachen ab und zu das Reißen des Drahtes und dadurch nachtheilige Unterbrechungen im Betriebe.

3. Erheischen Drahtriesen bestimmte Terraingestaltungen und sind daher nicht in jeder Oertlichkeit mit einem gleich guten Erfolge anwendbar.

4. Bei dem Umstande ferner, als die Drahtriesen sich in erster Linie nur für Ausbringung von schwachem, daher minderwerthigem Brennholze besonders eignen, wird deren Anwendung zunächst nur in jenen Oertlichkeiten in Frage kommen können, wo für ein derartiges Material — beispielsweise in waldarmen Hochgebirgsthälern — ein genügender und entsprechender Absatz vorhanden ist.

§. 42. Das Wesen und die Anlage von Drahtseilriesen.

Der Draht übernahm von jenem Augenblicke an, wo er durch das Drahtseil ersetzt wurde, im Gebiete des forstlichen Transportwesens eine hervorragende Rolle. Erst in dieser Form erlangte die Holzabbringung oder das Riesgeschäft im Allgemeinen den nothwendigen Grad von Betriebssicherheit und gestattete auch den Transport von Lasten in größeren Dimensionen und in bedeutendem Gewichte. Damit erwuchs auch die Möglichkeit, aus einem unzugänglichen oder doch nur schwer zu erschließenden Waldgebiete

---

* Die Reibung der Last Q bei der Neigung der Riese α ist, wenn f den Reibungscoefficienten bedeutet, $R = f \cdot Q \cos \alpha$ und das Bestreben zum Hinabgleiten $P = Q (\sin \alpha - f \cos \alpha)$. Der Reibungscoefficient f ist nach Morin, wenn Metallhaken verwendet werden, bei trockenem Drahte 0·15—0·24 und wenn mit Holz ausgefütterte Haken benützt werden sollten, bei trockenem Drahte 0·60, bei nassem Drahte 0·65.

Wird das Bestreben zum Hinabgleiten = 0 gesetzt, so ist $\text{tang } \alpha = f = 0{\cdot}60$, d. h. die Last wird sich erst dann selbstthätig abwärts bewegen, wenn der Neigungswinkel des Drahtes größer als 31 Grad ist. Wenn Metallhaken verwendet werden, dann schwankt die zulässig kleinste Neigung zwischen $8\frac{1}{2}$—$13\frac{1}{2}$ Grad.

nicht nur schwaches und minderwerthiges Brennholz auszuliefern, sondern auch die werthvolleren Nutzhölzer einer entsprechenden Verwerthung zuzuführen.

Im Großen und Ganzen unterscheidet sich die Anlage und der Betrieb auf Drahtseilriesen nicht wesentlich von jenem auf Drahtriesen, und es wird sowohl bei den einen wie bei den anderen die Schwere der Last als Triebkraft für das selbstthätige Niedergleiten benützt; nur ist die Thätigkeit des Niedergleitens der Lasten auf Drahtriesen sich vollständig selbst überlassen, während dies bei Drahtseilriesen, wo bedeutendere Lasten zur Abriesung gelangen, durch eigene Vorrichtungen nach Bedarf geregelt wird. Mit Rücksicht auf die Anlage oder Aufstellung einer Drahtseilriese müssen wir zunächst:

A. das eigentliche Drahtseil,

B. die Bremsvorrichtung,

C. den Förderwagen und

D. den Unterbau des Draht- und Bremsseiles näher betrachten.

A. Das fixe Drahtseil und die Art seiner Festigung und Spannung.

Bei den Drahtseilriesen bildet das festgespannte Drahtseil die Bahn, auf der die Lasten selbstthätig niedergleiten.

1. Nachdem also die Lasten selbstthätig gleiten sollen, so muß dem Drahtseile eine Neigung gegeben werden, und setzt somit die Anlage einer solchen Riese das Vorhandensein eines geneigten Terrains voraus. Nehmen wir an, die Last bewege sich an einer Rolle hängend nach abwärts und habe die Größe Q, der Neigungswinkel der Riese sei α, der Reibungscoefficient f, worunter sowohl die Reibung zwischen Rolle und Drahtseil, als auch jene zwischen Achse und Lager bei der Rolle selbst inbegriffen ist, so berechnet sich die Kraft P, mittelst welcher der Körper nach abwärts gleitet, $P = Q (\sin \alpha - f . \cos \alpha)$, und wenn das Bestreben zum Herabgleiten gleich 0 gesetzt wird, d. h. wenn sich die Last an der äußersten Grenze der Ruhe befindet, so ist

$$\sin \alpha = f . \cos \alpha \text{ oder } \operatorname{tang} \alpha = f.$$

Ein Körper wird somit in Bewegung kommen, wenn die Tangente des Neigungswinkels des Drahtseiles etwas größer als der Reibungscoefficient wird. Nehmen wir die Zapfenreibung nach Morin mit 0·08 und die Reibung der Rolle am Drahtseile mit 0·02 an, so berechnet sich der Ruhewinkel mit 6 Grad, d. h. das Gefälle einer Drahtseilriese muß mindestens eine Neigung von 6 Grad erhalten, wenn die Lasten sich selbstthätig nach abwärts bewegen sollen.

2. Die Befestigung des Seiles am Anfangs- oder höchsten Punkte — Anfangsstation — der Riese erfolgt in ganz ähnlicher Weise, wie bei den gewöhnlichen Drahtriesen, nur müssen die zur Befestigung benützten Bäume, Stöcke oder Pfähle mit Rücksicht auf die Schwere des Seiles und der größeren Last entsprechend widerstandsfähiger sein. Werden verankerte Pfähle verwendet, so ist es zweckmäßig, dieselben durch feste Streben zu versteifen.

3. Liegt der Anfangspunkt der Drahtseilriese auf einer schwer zugänglichen Stelle, so ist es mit Rücksicht auf Kostenersparung angezeigt, das Drahtseil in kürzeren Stücken anzuschaffen und das Zusammenspleißen erst an der oberen Station vorzunehmen. Die wenigen Meter, die hiedurch an der Seillänge verloren gehen, werden reichlich durch den minder beschwerlichen und daher auch billigeren Transport hereingebracht.

4. Das Spleißen der Drahtseile geschieht in der Art, daß die beiden Seilenden auf eine Länge von 30—40 cm geöffnet und sodann ineinander verflochten werden. Das Seil selbst wird zur Erhöhung seiner Dauerhaftigkeit mit Theer überstrichen.*

5. Das untere Ende des Seiles wird über eine entsprechend starke und bewegliche Welle von Holz (Fig. 25) aufgerollt; letztere ist mit breiten eisernen Reifen beschlagen, an denen wieder eiserne Haken angebracht sind. Hängt man an diese Haken Ketten und schlingt dieselben gleichzeitig mehrmals um die Welle herum, so kann mittelst Hebebäumen a, denen die Ketten als Stützpunkte dienen, und mit Zuhilfenahme eines gewöhnlichen Flaschenzuges die Welle gedreht und damit das Seil nach Erforderniß gespannt werden. In gleicher Art läßt sich auch die in Fig. 203 abgebildete Welle (mit einem Zahnradgetriebe) zum Spannen des Drahtseiles verwenden, wenn sonst letztere Vorrichtung in genügend starken Dimensionen construirt wird.

In den meisten Fällen wird es hinreichen, wenn das Drahtseil bis zu einem Sechstel der Bruchbelastung gespannt wird, welcher Spannungsgrad auch gleichzeitig allen Temperaturdifferenzen Rechnung tragen wird.

6. Aus der Größe der zu transportirenden Lasten und dem Eigengewichte des Seiles läßt sich die erforderliche Seilstärke berechnen. Für die Berechnung der Drahtseilstärke empfiehlt Redtenbacher den Festigkeitscoefficienten (für Eisendraht) mit 70 kg per mm² oder 7000 kg per cm², den Sicherheitsmodul mit $^1/_5$, und es ist daher dementsprechend die Tragfähigkeit 1400 kg per cm². Wäre nun d der Durchmesser des Drahtes, aus welchem das Seil gefertigt werden soll, a die Anzahl der Drähte und P die Kraft oder Widerstandsfähigkeit, welche das Seil auszuhalten, beziehungsweise zu prästiren hat, so ist:

$P = a \cdot \frac{d^2 \pi}{4} \cdot 1400$ oder $d = \frac{\sqrt{4 \cdot P}}{a \pi \cdot 1400}$, und wenn D der Durchmesser des Drahtseiles ohne eine Hanfseele ist, d. h. nahezu $d \sqrt{a}$ gleich, so wird $D = \frac{\sqrt{4 \cdot P}}{1400 \cdot \pi} = 0{\cdot}03 \sqrt{P}$.

Nach Rziha kann der Durchmesser des Drahtseiles aus der gegebenen Stärke und Anzahl der Drähte annähernd durch die Formel $D = 1.5\, d \sqrt{a}$ berechnet werden.

Die Tabelle XIV enthält für unterschiedliche Seilstärken das Gewicht per laufenden Meter, die zulässig höchste Tragkraft und den Durchmesser der zu den betreffenden Seilen erforderlichen Seiltrommeln, und zwar letztere mit Rücksicht auf den Steifheitsgrad der Seile.

B. Die Bremsvorrichtung.

Drahtseilriesen sind in erster Linie für die Abbringung größerer und werthvollerer Hölzer bestimmt; es darf somit das Gleiten der Lasten nicht wie bei den gewöhnlichen Drahtriesen sich selbst überlassen werden, weil ja sonst die niedergleitenden Hölzer eine

---

* Als Schmiere für Drahtseile empfiehlt die „Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen" Steinkohlentheer, welcher bei einer Temperatur von 120° C. gekocht werden muß, und welchem nach erfolgtem Erkalten 15—20% Talg zuzusetzen sind. Eine gute Schmiere gibt auch die Mischung von drei Theilen Leinöl und einem Theile Kolophonium.

Eingehenderes über die Art und Behandlung der Drahtseile kann aus dem erschienenen Werke: „Die Fördermaschinen" von J. Ritter v. Hauer entnommen werden. Auch ein Artikel in der „Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung" von Dr. Gustav Heyer, VIII. Band, 3. Heft, p. 177, Jahrgang 1872, enthält beachtenswerthe Winke.

übermäßige Geschwindigkeit annehmen, am Endpunkte zerschellen oder im besten Falle in einem mehr oder weniger hohen Grade beschädigt anlangen würden. Es müssen daher Drahtseilriesen stets mit einer Vorrichtung versehen werden, mittelst welcher der Gang des Gleitens der Lasten nach Erforderniß leicht und sicher geregelt werden kann. Diese Bremsvorrichtung besteht nun aus einer Bremsscheibe und aus einem beweglichen Seile, welch' letzteres, je nachdem die Lieferungsvorrichtung einfach oder doppelt wirkend sein soll, in einfacher oder doppelter Länge — als Seil ohne Ende — zur Verwendung gelangen kann.

Einfach wirkend ist die Lieferungsvorrichtung dann, wenn das Transportmittel, beziehungsweise der Wagen mit der Last an dem beweglichen Lauf- oder Bremsseile abgelassen und nach erfolgter Entladung durch Menschenkraft für eine neuerliche Beladung nach aufwärts gezogen werden muß, während umgekehrt, wenn gleichzeitig die Last thalwärts und das entleerte Transportmittel auch aufwärts geschafft wird, die Lieferungsvorrichtung als eine doppelt wirkende bezeichnet wird. Selbstverständlich geht der Zeitaufwand, den das Aufziehen des entleerten Transportmittels erfordert, für den Betrieb verloren, und wird sich daher eine Drahtseilriese nur mit einer doppelt wirkenden Lieferungsvorrichtung empfehlen. Letztere gewährt noch überdies den Vortheil, daß die Last den leeren Wagen nach aufwärts schafft, wodurch nicht allein an Zeit gewonnen, sondern auch an Arbeitsaufwand gespart wird.

Als Bremse für eine einfach wirkende Lieferungsvorrichtung genügt eine Bremsscheibe, die mit einer Welle oder Trommel fest verbunden wird. Von der Welle wird das Bremsseil durch die niedergleitende Last abgerollt und die Gleitgeschwindigkeit derart geregelt, daß ein Arbeiter mittelst einer einfachen Bremsstange von Holz hebelartig auf den Umfang der Bremsscheibe drückt, während das nachherige Aufrollen des Bremsseiles, beziehungsweise das Zurückführen des Transportmittels nach zurückgelegter Thalfahrt durch Menschenhand erfolgt. Dagegen kann die Bremsvorrichtung für den doppelt wirkenden Betrieb in verschiedener Weise construirt werden, je nachdem eine oder zwei Wellen mit horizontaler oder verticaler Stellung der Achsen in Verwendung kommen. Soll nur eine Welle oder Trommel mit horizontal oder vertical gestellter Achse verwendet werden, so sind zwei selbstständige Seile erforderlich, die sich in entgegengesetzter Richtung auf die Trommel auf- und abwickeln müssen. Bedient man sich dagegen zweier Seilscheiben, so reicht ein bewegliches Bremsseil aus, welches über die Seilscheiben derart läuft, daß, während das eine Ende mit der Last nach abwärts gleitet, das andere den entladenen Wagen zur Anfangsstation zurückzieht. Die Fig. 26 stellt im Grund- und Aufriß eine Bremsvorrichtung mit vertical stehenden Wellen und nur einem beweglichen Bremsseile vor.* A ist die Bremsseilscheibe mit einem konischen Zahnrade, welches in das gleichfalls konische kleine Zahnrad a der Bremsräder B und B' eingreift, wovon das eine als Reserverad dient, während die Leitseilscheibe C ausschließlich die möglichste Anlegung des Seiles an die Bremsseilscheibe A vermitteln soll. Das fixe Drahtseil S wird durch die Vorrichtung bei D und D' gespannt und von den Rollen r und r' getragen. Der Umstand, daß die Spannvorrichtung hinter der Leitseilscheibe angebracht ist und somit das Seil über das ganze Gerüste geführt wird, trägt wesentlich zur Festigung der gesammten Anlage bei. Die Leitseilscheibe C hat einen größeren Durchmesser als die Bremsseilscheibe A und

* Eine derartige Bremsvorrichtung war, wenn auch in einer einfacheren Form, bereits im Jahre 1860 bei einer Seilriese im Thale Rumo in Anwendung. „Oesterr. Monatsschrift für Forstwesen," Jahrgang 1873, p. 473.

muß am Umfange zwei rinnenförmige Einkerbungen besitzen, deren Zwischenrand der Rinne auf der Scheibe A genau gegenübersteht, indem nur auf diese Weise jede Berührung und Reibung des Bremsseiles in dem Kreuzungspunkte d vermieden wird. Die Richtung, in der sich das Bremsseil bei dem Betriebe bewegen wird, ist im Grundrisse durch Pfeile angedeutet.

Die Fig. 27 ist dagegen der Grund- und Aufriß einer Bremsvorrichtung * mit horizontal gestellten Achsen; auch hier ist die Richtung, welche die Bremsseile einschlagen werden, durch Pfeile bezeichnet. Die eigentliche Bremsung, beziehungsweise Regulirung der Gleitgeschwindigkeit erfolgt bei dieser Bremsvorrichtung durch den Bremsbalken a, der auf die obere Seilscheibe b gepreßt wird, während dies bei der in Fig. 26 abgebildeten Construction durch die Bremsscheiben B B′ und die darauf gezogenen Bremsbänder selbstthätig bewerkstelligt wird. ** In den beiden vorbeschriebenen Fällen wird die niedergleitende Last durch das Gewicht des Bremsseiles, und zwar in der oberen Hälfte der Gleitbahn vermindert, in der unteren vermehrt, wodurch der Gang der Riesung beeinträchtigt oder doch mindestens das Geschäft des Bremsens sehr erschwert wird. Bei jenen Bremsvorrichtungen, wo die Regelung der Gleitgeschwindigkeit durch das Anpressen eines Bremsbalkens an die Seilscheiben bewerkstelligt wird, kann die Ungleichheit leicht durch ein mehr oder minder stärkeres Bremsen behoben werden. Fühlbarer werden die schwankenden Gewichtsverhältnisse bei selbstthätig wirkenden Bremsvorrichtungen, und ist in einem solchen Falle eine Abhilfe nur durch die Anwendung von Ausgleichsseilen oder Ketten oder eines Bremsseiles ohne Ende möglich. In der unteren Station werden auf eine Trommel die Ausgleichsseile oder Ketten, deren Gewicht per Maßeinheit gleich jenem des Bremsseiles sein muß, in entgegengesetztem Sinne aufgewickelt, und ergänzen hiedurch das Bremsseil gewissermaßen zu einem Seile ohne Ende.

Der Vortheil der letzteren besteht gegenüber dem Bremsseile ohne Ende darin, daß die Ausgleichsseile oder Ketten nur von einer untergeordneten Qualität zu sein brauchen. Zweckmäßiger bleibt die Gewichtsausgleichung durch ein Seil von doppelter Länge, beziehungsweise durch ein Seil ohne Ende, welches an der unteren Station über eine einfache Seilscheibe geführt wird. Der Radius der Seilscheibe oder Trommel muß um so größer sein, je stärker das Seil, beziehungsweise je größer der Steifigkeitswiderstand desselben ist. Wir verweisen auf die Tabelle XV und bemerken nur, daß über das zulässig kleinste Ausmaß nicht gegangen werden sollte, weil mit der zunehmenden Größe das Gewicht der Seilscheibe, dementsprechend auch die Zapfenreibung erhöht wird.

C. Der Wagen oder die Förderungsvorrichtung.

Die Vorrichtung, um die Lasten auf einer Drahtseilriese thalabwärts zu fördern, besteht aus Rollen von Metall, die an ihrer Peripherie eine entsprechend tiefe Rinne — Einkerbung — zur Aufnahme des Drahtseiles besitzen. Die Größe, Stärke und Anzahl der Rollen wird durch das Gewicht und die Dimension der abzuriesenden Hölzer bestimmt, und genügt erfahrungsgemäß eine Rolle für Lasten bis zu 30 kg, während darüber hinaus zwei, und bei noch größeren Lasten, namentlich bei langen Nutzholzstücken selbst vier Rollen angewendet werden müssen, welche dann durch eine hölzerne oder eiserne Führungsstange

* Diese Art von Bremsvorrichtung wurde bei der Drahtseilriese im Schlierenthale benützt.

** Eine sehr einfache Bremsvorrichtung ist bei der Panz'schen Drahtseilriese in Anwendung gekommen und soll bei Besprechung jener Riese des Näheren beschrieben werden.

miteinander verbunden werden. Die Rollen und der hieraus zusammengestellte Wagen müssen möglichst fest und genau construirt sein, weil von deren Beschaffenheit und Brauchbarkeit der Betrieb und damit die Benützbarkeit der gesammten Drahtriesanlage abhängt.

Die Rolle trägt einen Haken, an dem die Last befestigt wird. Mit der Rolle ist er durch einen Zapfen entweder dauernd oder zeitlich, d. h. für die Zeit der Benützung der Rolle, verbunden und läßt sich im letzteren Falle nach Bedarf von derselben entfernen.

Die Fig. 28 A enthält die Ansicht einer Rolle und eines beladenen Wagens, beziehungsweise die Darstellung der Art, wie Last und Verkehrsmittel untereinander befestigt werden. B ist der Schnitt einer Rolle sammt Bügel und Tragbalken a, C und D sind einfache Rollen, deren Zapfen mit dem Tragbügel fest verbunden sind, während bei der Tragvorrichtung B der Haken nach Erforderniß von der Rolle entfernt werden kann; E stellt endlich die Art dar, wie die Last an die einfache Rolle befestigt und wie letztere auf das durch die Vorrichtung b unterstützte Seil aufgehängt wird.

Die Wagen, Fig. 28 A, wurden bei der Drahtseilriese im kleinen Schlierenthale * mit Erfolg verwendet, und es hatte der Tragbalken oder die Führungsstange a des Rollenpaares eine Länge von 3—4 m, während die aus Gußeisen hergestellten Rollen bei einer Dicke von 5·5 cm einen Durchmesser von 28 cm hatten. Die Rinne an der Peripherie der Rolle maß in der Breite 3 cm — entsprechend der Drahtseilstärke — und in der Tiefe 2 cm. Die Haken waren aus einer $^1/_2$ cm starken Eisenstange gebildet und am oberen Ende unter einem rechten Winkel gebogen; das umgebogene Stück diente gleichzeitig der Rolle als Achse, während am unteren Hakenende eine Kette zur Befestigung der Traglast angebracht war. Der Wagen, dessen Rollenpaar mit dem Tragbalken oder der Führungsstange a (Fig. 29) mittelst Schrauben, und zwar am unteren Ende der eisernen Haken verbunden war, hatte je nach der Länge des Tragbalkens ein Gewicht von 70—80 kg. Die Tragbalken oder die Verbindungsstangen können auch über den Rollen angebracht werden. Ist deren Herstellung aus Eisen erfolgt, so gebe man ihnen in der Mitte ein Gelenk, um schärfere Curven der Bahn ohne eine Gefahr des Ausspringens der Rollen passiren zu können.

D. Der Unterbau.

Zum Unterbaue zählen wir jene Anlagen, welche dem fixen und beweglichen Seile als Stützen dienen sollen, daneben bei einer doppelt wirkenden Drahtseilriese auch alle jene Vorkehrungen (Wechsel), mittelst deren der gleichzeitige Verkehr des beladenen und des leeren Wagens auf einem und demselben Tragseile ermöglicht wird.

Eine Unterstützung der Seile ist einerseits mit Rücksicht auf deren möglichste Schonung, andererseits aber auch deshalb geboten, um nicht die Spannung des fixen Drahtseiles in einer für die Festigkeit derselben schädlichen Ausdehnung treiben zu müssen; ja bei längeren Förderstrecken ist das sogar eine unerläßliche Nothwendigkeit. Selbstverständlich muß die Unterstützung in einer Weise erfolgen, daß daraus keine Behinderungen oder Störungen des Betriebes erwachsen können, d. h. das Seil muß in einer ange-

* „Die Drahtseilriese mit besonderer Berücksichtigung der Holztransporteinrichtung im kleinen Schlierenthale, Canton Unterwalden, in der Schweiz." Entworfen im Auftrage der Forstdirection des Cantons Bern von F. Fankhauser, Cantonalforstmeister. „Neue Drahtseilriese bei Interlaken," 1873, von Forstadjuncten Fankhauser.

messenen Höhe über dem Boden gestützt und die niedergleitenden Lasten dürfen in ihrem Laufe nicht im mindesten beirrt werden. In Fig. 30 sind zwei Constructionsformen solcher Stützen für das fixe Seil, dann in größerem Maßstabe die Art, wie das Seil auf den Trägern ruht und mit diesen befestigt wird, dargestellt, und kann mit Rücksicht auf die einfache Form jede weitere Erörterung entfallen. Die versuchsweise Verwendung von Rollen, auf denen das Seil ohne eine weitere Befestigung ruht, hat den gehofften Erfolg nicht ergeben; denn das Seil wurde schon bei ganz geringen Erschütterungen von den Rollen abgehoben.

In ähnlicher Weise muß auch das Bremsseil gestützt werden; nur reichen für diese Stützvorrichtungen einfache Laufrollen oder Tragwalzen aus, die unterhalb des fixen Seiles, jedoch in einer derartigen Entfernung anzubringen sind, daß durch dieselben nicht etwa die gleitende Last behindert werde, während wieder ihr Abstand vom Boden so groß sein soll, daß ein allfälliges Schleifen des Lauf- oder Bremsseiles auf der Erde verhütet wird. Die Tragwalzen können gleichzeitig mit der Unterstützungsvorrichtung für das fixe Seil vereinigt werden; nur werden diese Punkte in Anbetracht ihrer Zahl nicht ausreichen, um das weniger fest angezogene Seil (Lauf- oder Bremsseil) in einer freischwebenden Lage zu erhalten. Sonach müssen jedenfalls auch in Zwischenpunkten derartige Tragwalzen hergestellt werden. In der Fig. 31 ist eine Vorrichtung mit Tragwalzen zur Unterstützung des Laufseiles dargestellt. Diese sowohl, wie die abgebildeten Stützen für das Tragseil fanden bei der Drahtseilriese im Schlierenthale Anwendung. Natürlich hängt die Constructionsform der Stützen ganz wesentlich von der Beschaffenheit der betreffenden Oertlichkeit und der daselbst vorfindlichen natürlichen Gegenstände, als: Bäume, Felsen u. dgl. ab, welch' letztere etwa für die Stützvorrichtung in Anspruch genommen werden können.

Die Stützen werden um so solider und fester, folglich auch um so complicirter herzustellen sein, je größere Lasten befördert werden sollen und je schwerer das für die Förderung bestimmte Drahtseil ist. Nachdem aber im forstlichen Haushalte eine jede Transportanstalt mit dem zulässig geringsten Baukostenaufwande hergestellt werden soll, so ist es von besonderer Wesenheit, für Stützpunkte solche Oertlichkeiten aufzusuchen, welche der Herstellung eines Unterstützungsbaues keine Schwierigkeiten bereiten. In welchen Entfernungen derartige Unterstützungsbauten sowohl für das fixe, als auch für das bewegliche Seil herzustellen sind, läßt sich in keinem Falle mit voller Sicherheit und im Vorhinein bestimmen; es hängt ja die Anzahl und somit auch die Entfernung der Stützpunkte davon ab, unter welcher Neigung die Seile gespannt sind, welches Gewicht die letzteren, sowie die abzuriesenden Lasten haben und wie das Terrain beschaffen ist, über welches hinweg die Riese geführt werden soll. Im Allgemeinen gilt der Grundsatz, die Unterstützungsbauten bei der Anlage einer Riese auf das geringste Maß einzuschränken und sie erst je nach Maßgabe der beim Betriebe gewonnenen Erfahrungen, beziehungsweise nach dem sich ergebenden Bedürfnisse zu vermehren.

Bei den Riesen mit doppelt wirkendem Betriebe, wo gleichzeitig auf einem fixen Seile die Last thalwärts und der entladene Wagen zu der oberen Station emporgeführt wird, bedarf es in der Mitte der Bahn, wo sich die Wagen begegnen müssen, einer Vorrichtung, damit das Ausweichen derselben entweder mit oder ohne Anwendung von Arbeitskräften bewerkstelligt werden kann. Eine derartige Vorrichtung nennt man einen **Wechsel** oder eine **Weiche** (Ausweichstation). Der Wechsel erfordert entweder das unmittelbare Eingreifen von Arbeitskräften oder er wirkt selbstthätig.

Wird von einer selbstthätigen Ausweichvorrichtung abgesehen, so genügt es, wenn auf dem Kreuzungspunkte ein einfaches Gerüst hergestellt wird, auf dem die Bedienungsmannschaft, gewöhnlich zwei Arbeiter (Fig. 32)*, Aufstellung nehmen kann, um den leeren Wagen abzunehmen und über den geladenen hinüber zu heben. Unter schwierigen Terrainformationen, namentlich wenn der Kreuzungspunkt hoch über dem Boden zu liegen kommt, bedarf es eines complicirten und kostspieligen Gerüstes und noch überdies eines Aufwandes von Arbeitskräften, welch' letztere — die Gerüste und Bedienungsmannschaft — entbehrt werden, wenn der Wechsel oder die Weiche selbstthätig zu functioniren vermag. In der Fig. 33 ist eine selbstthätig wirkende Weiche dargestellt. An zwei fest eingerammten und entsprechend verstrebten Säulen oder an zwei günstig stehenden Baumstämmen wird eine Eisenstange a mit zwei in Charnieren sich bewegenden Endstücken b und c annähernd parallel zum fixen Drahtseile befestigt. Die beiden Endstücke b und c laufen in Gabeln aus, mittelst deren sie fest und sicher auf dem Drahtseile A aufliegen, beziehungsweise auf dieses herabgelegt werden können. Im unbenützten Zustande wird das obere Endstück b durch eine Federkraft oder durch das Gegengewicht d in der punktirt dargestellten Lage erhalten, so zwar, daß der beladene Wagen sich darunter anstandslos fortbewegen kann, während das untere bewegliche Endstück c, das im unbenutzten Zustande in Folge seiner eigenen Schwere auf dem Seile ruht, vom Wagen e emporgehoben wird. Der entladene Wagen f bewegt sich in dem Augenblicke, als der beladene das obere Endstück unterfährt, über das Endstück c, passirt die Stange a und drückt durch sein Eigengewicht die Stange b auf das Seil herab, tritt sodann auf das letztere über, um seine Weiterfahrt nach der Anfangsstation fortzusetzen, während der beladene Wagen thalwärts rollt. Auf den Trägern G G' ruht das fixe Drahtseil A, während in B B' die Bremsseile dargestellt sind. Die Fig. 34 ist ein selbstthätig wirkender Wechsel, und wird die obere Stange b durch die Feder d in der dargestellten Lage erhalten, während der Bügel e ein übermäßiges Emporheben der Stange verhüten soll. Die Construction, wie das Endstück c der Stange a befestigt wird, ist aus den im größeren Maßstabe ausgeführten Detailzeichnungen Fig. 34 A und B zu entnehmen.

Eine sinnreiche Einrichtung hat die Weiche bei der Panz'schen Drahtriese und kann für deren Aufstellung ein beliebiger Punkt der Riesbahn gewählt werden, was bei der gewöhnlichen Weiche unthunlich ist, da dieselbe ja stets in die Mitte der Bahn fallen muß, es wäre denn, daß auch dort das System der konischen Trommeln für das Auf- und Abrollen der Bremsseile in Anwendung tritt.

Auf das Weichensystem Panz kommen wir später zurück.

§. 43. Der Betrieb auf den Drahtseilriesen.

Der Betrieb auf den Drahtseilriesen ist einfach, und genügen diesfalls drei Mann für die obere Station, und zwar zwei davon zum Aufhängen und Befestigen der Lasten, während der Dritte ausschließlich zur Bedienung der Bremse bestimmt ist, wobei er nach Erforderniß auch von der Aufladeмannschaft unterstützt werden kann. Auf der unteren Station werden zwei Mann zum Abnehmen und Beiseiterollen der abgeriesten Hölzer benöthigt. Zu diesen fünf Arbeitskräften müssen noch weitere zwei hinzugerechnet werden,

* Eine derartige Ausweichvorrichtung war im Schlierenthale in Verwendung.

wenn die Riese — eine doppelt wirkende vorausgesetzt — nicht mit einem selbstthätigen Wechsel versehen sein sollte.

Die entsprechendste Last ist eine Ladung von 600 kg, die unter Umständen sich auch bis zu 1000 kg heben kann, wenn das Drahtseil eine Stärke von 3 cm haben sollte.

Auf der von Fankhauser beschriebenen Drahtseilriese im kleinen Schlierenthale, die mit keinem selbstthätigen Wechsel versehen ist, und wo aus Rücksichten localer Natur eine Mittelstation mit selbstständiger Bremsvorrichtung angebracht werden mußte, so zwar, daß das Abriesen mit einem kurzen Aufenthalte verbunden war, wurden 11 Arbeiter beschäftigt. Die durchschnittliche Tagesleistung betrug 18 m^3, die in 20 Lasten à 600 kg nach der Thalsohle, d. i. auf einer Seillänge von 2100 m, herabbefördert worden sind. Das Abriesen eines fm^3 forderte somit einen Arbeitsaufwand von 0·6 Tagschicht, welches Erforderniß indeß bis zu 0·3 Tagschicht sinken dürfte, wenn die Förderstrecke nicht 1000 m überschreitet, d. h. wenn die Anlage einer Mittelstation entbehrlich ist und ein selbstthätig wirksamer Wechsel angewendet wird.

§. 44. Die Vor- und Nachtheile der Drahtseilriesen.

Wenn wir zunächst nur die Drahtseilriesen, insoweit sie dem eigentlichen Holztransporte im Walde dienstbar gemacht werden sollen, mit Rücksicht auf ihr gesammtes Wesen und auf die Eigenheiten des Betriebes in Betracht ziehen, so treten gegenüber den anderweitigen Transportanstalten nachstehende Vortheile hervor:

1. Die Unabhängigkeit vom Terrain oder der Bodengestaltung innerhalb der Förderstrecke.

Drahtseilriesen, welche nicht unterstützt zu werden brauchen, sind vollständig unabhängig von der Form und Beschaffenheit jener Bodenstrecke, über welche sie hinweggeführt werden sollen. Aber auch in dem Falle, wenn Unterstützungen des Tragseiles und der Bremsseile unausweichlich sind, können für letztere noch die möglichst günstigen Punkte gewählt werden, die gewiß in einem sonst ungünstigen Terrain noch zu finden sein werden; immerhin bedarf es verhältnißmäßig auch nur weniger Punkte, während jede andere Lieferanstalt sich in ihrer ganzen Ausdehnung den gegebenen Bodenformungen anschließen muß. Die Anlage von Drahtseilriesen ist somit auch unter Verhältnissen, beispielsweise über hohe Felsenwände und von denselben herab oder über tief eingeschnittene und schwer zugängliche Wild- und Gebirgsbäche noch zulässig, wo an die Anlage einer anderweitigen Holzbringungsanstalt gar nicht gedacht werden kann.

2. Durch den Holztransport mittelst der Drahtseilriesen wird der Boden in keiner Weise beschädigt, ein Umstand, der unter gewissen speciellen Verhältnissen ganz besonders für die Anlage und Verwendung der Drahtseilriesen sprechen kann.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß die Holzbringung in steilen Berghängen die Grundursache der zahlreich vorkommenden Bodenbeschädigungen — der erste Anfang zur Entstehung von Wildbächen, Terrainbrüchen u. dgl. — abgibt und daß derlei Uebelstände eine desto größere Dimension annehmen müssen, wenn der Boden zumal für derartige Angriffe nicht die gehörige Widerstandsfähigkeit besitzt. In jenen Hängen, wo eine Bewegung zu fürchten oder gar schon eingetreten sein sollte, wird die Ausbringung der Hölzer mittelst Drahtriesen jedenfalls in Erwägung zu ziehen sein, nachdem Holzriesen wegen der unvermeidlichen Unterbrechungen — Würfe — den gewünschten oder erforderlichen Bodenschutz nicht zu gewähren vermögen.

3. Die Billigkeit und Schnelligkeit der Anlage der Drahtseilriesen.

Die Herstellungskosten einer Drahtseilriese sind im Gegenhalte zu dem Aufwande, den Holzriesen erheischen, und zwar mit Rücksicht auf ihre Dauer und das ungünstige Terrain, in welchem sie zumeist zur Verwendung gelangen, mäßiger, und ist auch die Möglichkeit, eine Drahtseilriese ohne besondere Vorarbeiten in kurzer Zeit für den Betrieb herstellen zu können, keineswegs zu unterschätzen. Drahtseilriesen übersetzen die bedeutendsten Terrainhindernisse in nahezu geraden oder doch nur mäßig gebogenen Linien, während derartige Bodenformungen mittelst eines anderen Bringungsmittels nur auf bedeutenden Umwegen überschritten werden können. Drahtseilriesen gestatten somit in den meisten Fällen die Anlage der kürzesten Förderungsstrecke, ein Umstand, welcher gleichfalls zur Verminderung des Aufwandes für die Gesammtanlage wesentlich beiträgt.

4. Der Arbeitsaufwand wird bei dieser Art des Riesens der Hölzer vermindert, und kann diese Verminderung nach den Angaben von Fankhauser mit 50—70% des Arbeitserfordernisses, das die Auslieferung des Holzes auf einem Waldwege erheischt, gleichgehalten werden.

5. Gestatten Drahtseilriesen auch die Auslieferung der schwächsten Holzsortimente aus hochgelegenen und schwer zugänglichen Schlägen, eine Möglichkeit, die bei den Erd- und Holzriesen in der Mehrzahl der Fälle ausgeschlossen ist.

Selbstverständlich erlangt dieser Vorzug nur in jenen Oertlichkeiten eine hervorragende Bedeutung, wo der Absatz auch eines derart minderen Materiales gesichert werden kann.

6. Sowohl die Aufstellung der Riesen, als auch der Betrieb der Holzbringung auf denselben ist derart einfach, daß zu diesen Arbeiten auch minder geübte Arbeitskräfte herangezogen werden können, denen allenfalls die erforderlichen Handgriffe in kurzer Zeit beizubringen sind.

7. Ein wesentlicher Vortheil der Drahtseilriesen ist auch die Zulässigkeit, dieselben nach Bedarf, ohne einen namhaften Zeit- und Kostenaufwand, auf andere, selbst sehr entfernte Orte übertragen zu können.

8. Bei der Holzbringung auf Drahtseilriesen erleiden die Hölzer weder an ihrer Quantität noch Qualität eine Einbuße.

9. Das Riesgeschäft wird von den Witterungsverhältnissen in keinerlei Art fühlbar beeinflußt.

10. Die Ueberwachung des gesammten Lieferbetriebes ist einfach und ermöglicht ohne Schwierigkeit jede erwünschte Controle.

11. Gestatten Drahtseilriesen den Sommerbetrieb, ein Umstand, welcher für den Holztransport im Hochgebirge von ganz besonderer Bedeutung ist.

Diese wenigen Vorzüge sichern den Drahtseilriesen unter den anderweitigen Transportanstalten des Hochgebirges eine hervorragende Stellung, und werden dieselben in jenen

Lagen, wo die Bedingungen zu deren Aufstellung vorhanden sind, gewiß mit einem befriedigenden Erfolge anzubringen sein.

Dagegen bietet die Drahtseilriese als Mittel für den Holztransport auch folgende Nachtheile:

1. Mittelst einer Drahtseilriese kann nur ein beschränkteres Gebiet erschlossen werden, nachdem alle Hölzer zu dem Anfangspunkte der Riese zugeliefert werden müssen, und weil zudem das Einführen von Lasten innerhalb der Förderstrecke bei den bisher in Anwendung stehenden Constructionen von Drahtseilriesen unthunlich ist, es wäre denn, daß die Riese in mäßiger Höhe über den Boden hinwegführen würde und das Abriesen ohne Bremsseil möglich wäre, wo dann an einem jeden beliebigen Punkte der Bahn Lasten zur Weiterförderung auf das Tragseil gehängt werden könnten.

Aehnliche Einrichtungen* bestehen zwar, haben indeß noch nicht den erforderlichen Grad von Zweckmäßigkeit erreicht, um sie schon jetzt für eine weitgehende Anwendung empfehlen zu können.

2. Gestatten die Drahtseilriesen nur die Abriesung von Hölzern bis zu bestimmten Stärke- und Längendimensionen, wenn überhaupt von einer billigen Anlage und Bringung die Rede sein soll.**

3. Gewähren Drahtseilriesen nicht die volle Betriebssicherheit, indem ein Reißen des Drahtseiles selbst bei aller Achtsamkeit nicht ausgeschlossen erscheint, eine Möglichkeit, wodurch leicht zeitraubende Unterbrechungen des Betriebes eintreten können.

§. 45. Darstellung jener Momente, welche den Betrieb auf Drahtseilriesen beeinflussen.

Die wesentlichsten Anforderungen, die an eine Holztransportanstalt insbesondere dann gestellt werden müssen, wenn diese in erster Linie für eine Verwendung in Hochgebirgsforsten ausersehen ist, bestehen in einem möglichst sicheren und auch finanziell günstigen Betriebserfolge. Um den letzteren in erwünschter Weise zu erzielen, müssen alle

---

* Graf Moriz Palffy ließ auf seiner Waldherrschaft Szomolany im Jahre 1876 eine Drahtseilriese für den Brennholztransport erbauen, bei welcher das Drahtseil aus einzelnen Theilstücken besteht, die untereinander mittelst eiserner Schienen verbunden wurden; desgleichen können durch die Anwendung von gekrümmten Schienen der Drahtseilriese beliebige Krümmungen gegeben werden. Aus den Mittheilungen, welche über diese Art von Riesen in die Oeffentlichkeit gedrungen sind („Monatsschrift des Reichsforstvereines" 1876, p. 369 und „Oesterreichische Forstzeitung", Jahrgang 1882, Nr. 11), lassen sich keinerlei sichere Schlüsse über den Werth der Anstalt ziehen; ebensowenig ist auch das Detail der Construction zu entnehmen.

** So können beispielsweise auf einem 30 mm starken Drahtseile Hölzer (Fichten) bei der Länge von

2 m	bis	zu	einer	Maximalstärke	von	116	cm
3 „	„	„	„	„	„	95	„
4 „	„	„	„	„	„	82	„
5 „	„	„	„	„	„	73	„
6 „	„	„	„	„	„	67	„
7 „	„	„	„	„	„	62	„
8 „	„	„	„	„	„	58	„
9 „	„	„	„	„	„	55	„
10 „	„	„	„	„	„	52	„

dagegen frisch geschlagenes Holz bei der Länge von

4 m	nur bis	zu	einer	Maximalstärke	von	57	cm
6 „	„	„	„	„	„	47	„
8 „	„	„	„	„	„	40	„
10 „	„	„	„	„	„	36	„

geliefert werden.

nachtheiligen Einflüsse, welche den Betrieb und damit den Arbeitsaufwand in irgend einer Art und Weise ungünstig beeinflussen könnten, nach Zulässigkeit der örtlichen Verhältnisse beseitigt werden; insbesondere soll:

1. Das fixe Seil eine gehörige Tragfähigkeit besitzen, damit das Reißen desselben und in Verbindung damit die Betriebsstörung möglichst hintan gehalten werde. Dagegen soll aber die Dicke des Drahtseiles das erforderliche Maß nicht überschreiten, d. h. die Bruchbelastungsstärke des Seiles muß mit den zu tragenden Lasten im Einklange stehen, weil sonst die Anlagekosten in unnöthiger Weise erhöht würden.

Das Seil ist unausgesetzt gegen den äußeren Einfluß, beziehungsweise gegen die Einwirkung der Witterung durch einen Theeranstrich, der nach Erforderniß zu erneuern ist, zu schützen, um die Benützungsdauer desselben möglichst zu steigern. Bei einer längeren Unterbrechung des Betriebes dürfte sich die Wegnahme und Aufbewahrung des Seiles sehr empfehlen, den Fall ausgenommen, daß das Spannen desselben mit unverhältnißmäßigem Arbeits- und Kostenaufwande verbunden wäre. Für die Bergung des Seiles ist auf der oberen Station eine einfache Schutzhütte herzustellen, nachdem das Aufrollen und Ablassen des Tragseiles von oben herab mit einem geringern Aufwande zu bewerkstelligen sein wird, als wenn das Seil unten aufbewahrt und für den jeweiligen Bedarf nach aufwärts geschafft werden müßte.

Das Ineinanderflechten oder Spleißen eines zerrissenen Förderseiles muß mit aller Sorgfalt geschehen, damit nicht an der betreffenden Stelle eine Verdickung oder ein Wulst zurückbleibt, was leicht die Ursache abgeben könnte, daß der Wagen aus der Bahn geworfen oder zum mindesten ein starker Stoß beim Passiren der Last hervorgerufen wird, worunter das Tragseil ungemein stark leiden müßte. Das Seil darf ferner nur bis zu dem unerläßlich nothwendigen Grade gespannt werden, weil sonst einerseits dessen Tragvermögen vermindert, andererseits auch dessen Dauerhaftigkeit verkürzt würde, ganz abgesehen davon, daß dadurch auch die Möglichkeit eines öfteren Reißens, beziehungsweise einer wiederholten Betriebsunterbrechung erhöht wird. Dagegen verursacht aber auch eine zu geringe Spannung einen starken Gefällsbruch, der gleichfalls störend auf den Betriebserfolg einwirken kann.

2. In gleicher Weise müssen auch die Lauf- oder Bremsseile behandelt werden. Die Berechnung der erforderlichen Stärke darf auch bei diesen Seilen nicht unterlassen werden, wobei jene Componente in Rechnung zu ziehen sein wird, die nach dem Gesetze gleitender Körper auf einer schiefen Ebene parallel zum Seile wirkt, welche Kraftäußerung bekanntlich um so größer wird, je bedeutender die Neigung der Riese ist.

3. Der Durchmesser der Seilscheiben* (Trommeln) muß der Seilstärke, beziehungsweise dem Steifigkeitswiderstande entsprechen, sonst unterliegen die Seile einer zu schnellen Abnützung.

4. Die Rollen des Förderwagens sind aus gutem Materiale herzustellen, desgleichen auch der Wagen in all' seinen Theilen solid auszuführen, weil durch ein Ausspringen oder Brechen des letzteren nicht allein die Last beschädigt würde, sondern auch noch das Förderseil durch eine so plötzliche Entlastung reißen könnte.

---

* Der Durchmesser der Seilscheiben soll bei Hanfseilen das 25—50fache, bei Drahtseilen das 75—150fache des Seildurchmessers betragen. Die Breite der Trommeln muß derart berechnet werden, daß das Seil bei einer einfachen Aufwicklung darauf Platz findet, weil bei einem mehrfachen Uebereinanderwickeln das Seil ungemein leidet.

5. Wenn die Bodenverhältnisse es gestatten, so ist das Tragseil an möglichst vielen Punkten zu unterstützen, weil hiedurch nicht allein dessen Tragfähigkeit, sondern auch dessen Benützungsdauer wesentlich erhöht wird. Natürlich darf die Errichtung von Stützbauten nicht über das unbedingt nothwendige Ausmaß hinausgehen; desgleichen sind nur solche Punkte für eine Seilunterstützung zu wählen, an denen eine Herstellung der Stützbauten mit keinem besonderen Kostenaufwande verbunden ist. Endlich sind dieselben möglichst einfach und in ihrer Construction fest und solid herzustellen; denn complicirte Bauten erhöhen den Anlageaufwand und gewähren nicht immer einen erhöhteren Grad von Festigkeit und Brauchbarkeit.

6. Den günstigsten Betriebserfolg sichern die doppelt wirkenden Drahtseilriesen mit selbstthätiger Ausweichvorrichtung. Wenn letztere vollends an einer günstig gelegenen Stelle angebracht werden kann, so ist auch eine wesentliche Abminderung der Anlagekosten zu erzielen. An den Endstationen sollen überdies noch anderweitige Vorrichtungen in Stand gesetzt werden, die ein schnelles Auswechseln der Wagen gestatten, damit nicht während der Zeit, als die Wagen be- und entladen werden, der Betrieb unterbrochen werden muß.

7. In den beiden Endstationen muß weiters ein genügender Raum vorhanden sein, damit einerseits die abzuriesenden Hölzer zugebracht und andererseits auch wieder hinweggeschafft werden können, ohne daß dadurch das Geschäft des Abriesens selbst irgendwie gehemmt oder gestört wird. Desgleichen sollen auch die für die Lieferung bestimmten Hölzer zunächst der oberen Station in ausreichender Menge vorhanden sein, damit die Riesung nicht verzögert oder unterbrochen werden muß. Selbstverständlich soll die Endstation so gelegen sein, daß eine Weiterlieferung der zugeriesten Hölzer anstandslos erfolgen kann.

8. Das Ablassen der Last darf mit keiner übermäßigen Geschwindigkeit erfolgen, weil sonst ein Ausspringen der Wagen oder eine anderweitige Betriebsstörung eintreten könnte. Insbesondere soll die Weiche mit mäßiger Geschwindigkeit passirt werden; es muß daher die Handhabung der Bremse einem geschulten und verläßlichen Arbeiter übertragen werden. Nach den bisher erzielten Erfolgen und auf Grund der gemachten Erfahrungen dürfte eine Fahrgeschwindigkeit von durchschnittlich 4—6 m per Secunde am besten entsprechen.

9. Nachdem an der Drahtseilriese das Drahtseil das Kostspieligste ist, so ist es für den Leistungserfolg nichts weniger als gleichgiltig, in welchem Zeitraume die Anschaffungskosten desselben zu amortisiren sind. Bei einer unausgesetzten Benützung dauern die Drahtseile bei sorgfältiger Behandlung sechs Jahre aus, vorausgesetzt, daß die nach drei Betriebsjahren zu Tage tretenden Schäden sogleich ausgebessert werden. Bei den Drahtseilriesen dürfte sich möglicherweise die Benützbarkeit der Seile auf 10—20 Jahre erstrecken, nachdem das Riesgeschäft nur durch einen Theil des Jahres betrieben wird.

Ingenieur Maus* hat die Dauerhaftigkeit der Drahtseile dadurch erhöht, daß er die Drahtlitzen mit Hanf oder grobem Baumwollengarn umspinnen ließ. Dadurch werden die Seile etwas theurer, bleiben aber biegsamer und sicherer und erhalten sich zudem bei unausgesetzter Benützung 10 Jahre in einem guten und brauchbaren Zustande. Seile von dieser Construction lassen sich daher bei einer Drahtseilriese voraussichtlich 20—30 Jahre verwenden, wenn sie nur während ihrer Nichtbenützung gegen äußere Einflüsse geschützt werden.

* „Das moderne Transportwesen im Dienste der Land- und Forstwirthschaft," von Regierungsrath Dr. W. F. Exner, p. 191.

10. Das Drahtseil dehnt sich in Folge der Benützung aus und unterliegt auch dem Einflusse der Temperatur in hohem Grade. Es muß daher das Seil während des Betriebes durch successives Nachspannen in dem erforderlichen Spannungsgrade erhalten bleiben. *

11. Die Beschaffenheit des Holzes in Hinsicht auf Holzart, Dimension und Trockenstand bestimmt die Größe der einzelnen Ladungen und den Aufwand des Beibringens zur Verladestelle, sowie das Arbeitserforderniß bei der Verladung selbst. Das Abriesen von möglichst trockenen und mittellangen Stammstücken wird den verhältnißmäßig günstigsten Erfolg ergeben.

12. Eine sachkundige Ueberwachung und Anleitung der Arbeiter, desgleichen eine entsprechende Vertrautheit und Uebung werden zur Erzielung eines günstigen Betriebsergebnisses führen.

§. 46. Die Drahtseilriese System Panz. **

Die Drahtseilriese System Panz unterscheidet sich von den Seilriesen gewöhnlicher Art in der abweichenden Construction der Laufrollen, des Wagens, der Weiche, der Spannvorrichtung und in der Art der Bremsung, während die übrigen Bestandtheile, dann der Betrieb selbst bei beiden Riesen der gleiche ist.

Die Laufrollen (Fig. 35) haben einen Durchmesser von 320 mm, wovon 52 mm auf die Kranzbreite entfallen, während die Dicke der aus Eisen construirten Rolle 76 mm mißt.

Der Kranz der Laufrollen ist mit der Achse durch vier gebogene Speichen verbunden, und es haben die Rollen an ihrer Peripherie zwei Furchen von der Größe der Seildicke. Der Wagen (Fig. 36) besteht aus zwei Laufrollen, welche durch eine eiserne Stange zu einem unverschiebbaren Ganzen vereinigt werden. Die Stange a ist gleichwie die zwei Tragbügel b mit den Achsen der Laufrollen verschraubt, während an den Tragbügeln eine zweite Stange c parallel zu a befestigt ist, an deren Enden die Handhaben d zum eigentlichen Tragen der Last angebracht sind. Die Handhaben d vertreten die Tragketten der gewöhnlichen Drahtriesen, sind aus Eisen angefertigt, haben die Form eines Halbkreises und Zähne, mit denen sie in das von ihnen umfangene Holzstück durch die Schraube e fest eingedrückt werden können, so zwar, daß hiemit eine jede Bewegung oder ein Ausgleiten der Last völlig unmöglich wird.

Die eigentliche Weiche, die in Fig. 37 im Grundriß und in der Ansicht dargestellt ist, besteht in ihrem Wesen aus einem Systeme von Eisenschienen, und wird sowohl der beladene, wie der leere Wagen durch eine einfache, aber sinnreiche Vorrichtung selbstthätig vom Drahtseile auf die Schienen hinübergeleitet. Im Punkte a wird das Drahtseil durch eine am Umfange vertiefte Messingrolle zwischen den zwei Schienen S S′ im gleichen Niveau erhalten. Im Punkte c wird das Seil durch eine Metallbüchse hinabgedrückt, und werden nunmehr die Rollen, die bis zu dieser Stelle sowohl am Drahtseile, als

* Hermann Kern, Forstinspector des Berner Oberlandes, ist der Ansicht, daß die Anwendung eines lebendigen Spanngewichtes eine bedeutende Vereinfachung der Spannvorrichtung und eine größere Dauerhaftigkeit der Tragseile zur Folge haben würde.

** „Mittheilungen des krainerisch-küstenländischen Forstvereines." Redigirt von Joh. Salzer, III. Heft, Laibach 1878. „Bericht des Forstvereines für Oesterreich ob der Enns." Redigirt von L. Dimitz, 24. Heft, 1883.

auch auf den Schienen gelaufen sind, gezwungen, das Drahtseil zu verlassen und ihren Weg auf den Schienen fortzusetzen.

Das Gleiche geschieht auch bei den unteren Punkten c' und a', so zwar, daß der Wagen, beziehungsweise die Laufrollen bei dem Passiren des Punktes c' neuerlich auf das Drahtseil übertreten. Damit die Lasten stets auf dem Schienenstrange S und der leere Wagen auf jenem von S' übertritt, müssen die Wagen derart aufgehängt werden, daß einerseits die Tragbügel nach außen hin zu hängen kommen, während gleichzeitig die unmittelbar am Tragbügel gelegene Furche der Laufrolle frei bleibt, d. h. wenn man den sich fortbewegenden Wagen mit den Augen verfolgt, so muß der Tragbügel stets rechts vom Tragseile hängen. In den vier Punkten o sind die Schienen durch Oesen mit der eigentlichen, unbeweglichen Ausweichstelle verbunden. Dieselben gestatten die Möglichkeit, daß die Schienen der vier Endstücke den Bewegungen des Seiles folgen können, während die zwei Mittelstücke durch eiserne Träger d an den Querbalken e hängen, welche wieder mit einem festen und soliden Gerüste unverrückbar verbunden sind. Die Rolle r hat den Zweck, das Seil in der Tangente der Ausweichcurve zu erhalten, und wird jenes in n und n' durch die dort angebrachten Büchsen eingeklemmt und mit den Schienen zu einem festen Ganzen verbunden. Die Schienen sind aus Eisen, flachkantig, 70 mm breit und 15 mm stark. Es genügt für die Weiche eine Länge von 16 m und eine größte innere Weite von 1 m.

Die Richtung der Weiche wird von der Führung der Riese bedingt, d. h. sie hängt davon ab, ob die Weiche in gerader Linie verläuft oder eine andere Richtung, beziehungsweise eine Krümmung erhalten soll. Die Schienen müssen sodann dem Krümmungshalbmesser entsprechend gebogen werden. In der gleichen Weise sind auch die Endpunkte der Drahtriese, beziehungsweise die Auf- und Abfahrten, hier aber blos zu dem Zwecke eingerichtet, damit das Seil zu seiner Schonung nur allmälig belastet und entlastet werde. Gleichzeitig dienen die Schienen auch noch dazu, während der Fahrt das Be- und Entladen der Reservewagen zu ermöglichen, die dann mit den anlangenden ausgewechselt werden, so daß das Riesen ohne weitere Verzögerung erfolgen kann. Selbstverständlich bedarf es bei den Stationen nur einer Hälfte der in Fig. 37 dargestellten Schienenconstruction.

Die Spann- und Bremsvorrichtung.

Die Spannvorrichtung (Fig. 38) besteht aus einer Schraube, die an Stelle der Büchsen nn (Fig. 37) angebracht wird und entsprechend mit dem Gerüste der Weiche verbunden ist. Vortheilhafter ist es, wenn die Spannvorrichtungen von gleicher Construction auf der Anfangs- und Endstation angebracht werden, während das Seil innerhalb der Weiche durch die Büchsen nn (Fig. 37) unverrückbar festgemacht ist. In diesem Falle bedarf es an der Weiche keines eigenen Arbeiters, der die Spannung des Seiles zu überwachen hätte, weil dies von den Endstationen aus besorgt werden kann.

Die Vorrichtung zum Auf- und Abwinden der Bremsseile, desgleichen jene, mittelst welcher die Fahrgeschwindigkeit geregelt werden soll, besteht zunächst aus zwei Trommeln oder Seilkörben a (Fig. 39). Diese Seilkörbe bestehen aus zwei Radkränzen aus Gußeisen, in welche 42 Felgen aus Schmiedeisen eingelegt sind, welch' letztere wieder aus 60 mm breiten und 12 mm dicken Schienen hergestellt wurden.

In die Schienen sind 8 mm breite Einkerbungen zur Aufnahme des Brems- oder Zugseiles mit einer Stanzmaschine eingestanzt worden. Die Schienen und Radkränze

endlich sind mittelst Bügelschrauben untereinander verbunden. Auf den Achsen der zwei Seilkörbe sind die konischen Zahnräder bb' befestigt, welche in ein drittes konisches Zahnrad c an der verticalen Achse d eingreifen, wobei letztere oberhalb der Seilkörbe die Bremsscheibe e trägt. Durch das Abrollen der Last wird die Trommel in drehende Bewegung versetzt, eine Bewegung, welche sich sodann durch die Vermittlung der drei konischen Zahnräder, und zwar in entgegengesetzter Richtung, auf die zweite Trommel überträgt. Hiedurch wird das eine Zugseil ab- und das andere auf die Trommel aufgewunden. Mit der Trommel wird gleichzeitig auch die Bremsscheibe e in eine rotirende Bewegung versetzt. An jene können durch eine Drehung der Zugstange f, die oben mit einer horizontalen Gelenkstange verbunden ist, die beiden Bremsbalken g gepreßt und diese, sowie die damit in Verbindung stehenden Trommeln in ihrer Geschwindigkeit nach Erforderniß durch einen Arbeiter geregelt werden.

Konnte die Weiche genau in der Bahnmitte aufgestellt werden, dann erhalten die Seilkörbe eine cylindrische Form, während sie in die eines gestutzten Kegels übergeht, wenn die Förderstrecke zwischen der Weiche und den beiden Stationen ungleich lang ist, d. h. es müssen sich die Wagen in den zwei Theilstrecken mit verschiedener Geschwindigkeit bewegen, damit sie innerhalb der Weiche zu gleicher Zeit eintreffen. Denken wir uns einen solchen Seilkorb nach seiner Längenachse in zwei Theile getheilt, dann müssen die mittleren Durchmesser der oberen und unteren Hälfte in dem gleichen Verhältnisse wie die Tragseilstrecken zwischen der Weiche und den zwei Stationen stehen und muß, je nachdem die obere oder untere Strecke kürzer ist, der kleinere Radius des Seilkorbes nach der Außen- oder Innenseite gekehrt sein. In Podkorit ist die Seillänge von der oberen Station bis zur Weichenmitte 354·7 m, die untere Strecke dagegen nur 304·7 m lang. Die Seilkörbe sind daher mit dem schwächeren Durchmesser nach innen gekehrt, und es verhält sich (Fig. 39) $d : d' = 354{\cdot}7 : 304{\cdot}7$. Durch die konische Form der Seilkörbe werden zuerst bei gleicher Geschwindigkeit der Trommeln längere Stücke des Zugseiles abgewunden, kürzere aufgewunden, welches Verhältniß jedoch in sein Gegentheil übergeht, wenn die Wagen die Weiche verlassen haben, so zwar, daß beide Wagen gleichzeitig in den betreffenden Stationen eintreffen müssen.

§. 47. Betrieb der Panz'schen Drahtseilriese.

Die erste Riese nach dem System Panz wurde vom Erfinder selbst in Podkorit erbaut. Dieselbe diente dazu, um vom Hochplateau des Jelovcagebirges bei Veldes in Oberkrain Nutzholz und Holzkohle in das Thal der Save zu liefern. Die Riese hat zwischen der oberen Station und der Weiche eine Länge von 357·7 m und überwindet einen relativen Höhenunterschied von 169·96 m, während die untere Theilstrecke bei einer Länge von 304·7 m einen Höhenunterschied von 155·36 m aufweiset. Das Tragseil besteht aus zwei Theilen, welche innerhalb der Weiche geknüpft sind, und hat eine Dicke von 28 mm und ein Gewicht von 1·3 kg per laufenden Meter. Das Drahtseil ist aus Gußstahldraht*, besitzt eine Bruchfestigkeit von 50.000 kg und es ist die Spannung, damit die Einsenkung eine möglichst geringe werde, bis auf 150 q getrieben.

* Gußstahldrahtseile haben den Vortheil, daß die Spannung hoch getrieben werden kann, ohne daß eine Molecularveränderung befürchtet zu werden braucht, weil die Elasticitätsgrenze nahe an der Bruchgrenze liegt.

Das Drahtseil in Podkorit ist noch sehr gut erhalten, trotzdem man innerhalb der sechs Betriebsjahre 30.000 Holzklötze und 35.000 m³ Holzkohle abgeliefert hat. Die aus weichem Gußeisen hergestellten Laufrollen* unterlagen dagegen einer starken Abnützung und mußten schon nach einer Verwendungsdauer von 2—3 Monaten durch neue ersetzt werden.

Die Ladung betrug per Fahrt 1 Klotz oder 2 m³ Holzkohle und erheischte jede ein Zeiterforderniß von 3 Minuten, so zwar, daß per Arbeitstag oder 10 Arbeitsstunden 180—200 Stück Klötze oder 360—400 q Holzkohle thalwärts gefördert wurden, wozu bei vollem Betriebe 4 Mann, bei leichterem dagegen nur 2 Mann in Verwendung kamen; der Arbeitsaufwand per Klotz betrug somit 0·02 Tag und per m³ Holzkohle 0·01 Tag.

Eine zweite Riese nach diesem System ist in Podplatnik im Betriebe, während eine dritte im Jahre 1883 in Komma in einer Länge von 849 m bei einem relativen Höhenunterschiede von 593·6 m und einer Seehöhe der oberen Station von 1327 m erbaut worden ist.

§. 48. Die Vorzüge der Panz'schen Drahtseilriese.

1. Functionirt die Ausweichvorrichtung sicher und gewährt gleichzeitig dem Drahtseile eine feste Unterstützung.

2. Kann bei entsprechenden Bodenverhältnissen das Seil an beliebigen Punkten nach dem gleichen System der Weichen gestützt werden; nachdem zu diesem Behufe die Schienen sehr enge gestellt werden können, so genügt eine mäßigere Länge — mehrere Meter — als jene beträgt, welche eine Ausweichvorrichtung erfordern würde. Dieser Umstand ist wichtig, weil auf diese Art das Tragseil aus einer großen Anzahl von Theilstücken bestehen kann, die dann selbstständig, beziehungsweise in einer gegenseitig unabhängigen Weise gespannt werden können.

3. Wird durch die Anwendung der Schienen das Seil nur allmälig belastet und entlastet und dadurch dessen Benützungsdauer wesentlich erstreckt.

4. Kann das Seil sowohl innerhalb der Ausweichvorrichtung, als auch an jedem anderen Unterstützungspunkte geknüpft werden, wenn der letztere nach dem gleichen System der Weichen construirt ist. Damit wird im Hochgebirge der Transport der Seile nach der oberen Station ungemein erleichtert und das Ineinanderflechten oder Spleißen des Seiles vermieden.

5. Wird das Seil durch die Spannvorrichtung, dann durch das Festklemmen innerhalb der Ausweichvorrichtung bei der Belastung und Bewegung der Wagen nicht in einem so hohen Grade in Schwankungen versetzt, ja es werden die Seilschwankungen vermieden und damit die Benützungsdauer des Seiles erhöht.

6. Bedarf das Seil in Folge des Nachgebens der Schienen im Anfangs- oder Endstücke der Weiche keiner starken Spannung, und genügen daher einerseits einfache Spannvorrichtungen, und wird andererseits die Tragkraft des Seiles nicht unbedeutend gesteigert.

7. Gestattet die Riese, wenn Ausweichvorrichtungen nach dem gleichen Principe auch bei der Anfangs- und Endstation hergestellt werden, einen ununterbrochenen Betrieb,

* Eine Laufrolle kostete 2 fl.

nachdem die Wagen ohne Zeitverlust durch andere, bereits beladene oder entladene ersetzt werden können.

8. Ist der erforderliche Aufwand für das Abriesen der Lasten ein sehr mäßiger.

§. 49. Die Drahtseilriese in Bauwald bei Iseltwald am Brienzer See in der Schweiz.*

Die Drahtseilriese in Bauwald ist in der Zeit vom 22. December 1877 bis 31. Juli 1882 bei Iseltwald im Betriebe gestanden, nachdem sie bereits vom 10. November 1873 bis 15. April 1876 in Schneitwald bei Zweilütschinen mit Erfolg Verwendung gefunden hatte.

	Erste und zweite Aufstellung in	
	Schneitwald	Bauwald
Seehöhe der oberen Station in Meter . . .	1020	1495
„ „ unteren „ „ „ . . .	663	1100
Relativer Höhenunterschied	357	395
Horizontale Entfernung der Stationen . . .	780	759
Länge des Drahtseiles	1000	860
Gefälle in Procenten	46	52

Diese Drahtseilriese gleicht in ihren wesentlichen Bestandtheilen derjenigen, welche König im kleinen Schlierenthale aufgestellt hat, nur kamen statt eines zwei Tragseile (Transportkabel) in Verwendung. Das eine derselben ist ausschließlich für die beladenen, das andere für die leeren Wagen oder die Bergfahrt bestimmt, so daß die im Schlierenthale nothwendige Weiche entfällt.

Das Tragseil für die Thalfahrten** besteht aus sechs Litzen und einem Hanfseile. Die Litzen sind wieder aus sechs Patent-Tiegel-Gußstahl- und einem geglühten Holzkohlen-Eisendraht in der Gesammtstärke von 2 mm hergestellt, während das eigentliche Drahtseil bei dem Gewichte von 1·3 kg per laufenden Meter einen Durchmesser von 20 mm hat. Das Tragseil für die Bergfahrt*** ist ein Spiralseil und besteht bei einer Gesammtstärke von 20 mm und dem Gewichte von 1 kg per laufenden Meter aus sechs Bündeln zu je neun Drähten von 2·5 mm Dicke. Das Seil ist aus Jura-Holzkohlen-Eisendraht angefertigt und hat eine Hanfseileinlage. Das Tragseil für die Thalfahrt hat eine Bruchbelastung von 13.000 kg, jenes für die Bergfahrt von 7000 kg.

Das Ablassen der Lasten und das Hinaufziehen der entladenen Wagen erfolgt durch ein gemeinschaftliches Bremsseil aus Patent-Gußstahldraht, welches bei einem Gewichte von 0·25 kg per laufenden Meter und einer Bruchbelastung von 3000 kg aus sechs Litzen zu je sieben Drähten und sieben Hanfseilen besteht.

---

* „Wegweiser für die projectirten „Ausflüge der Versammlung des Schweizer Forstvereines in Interlaken vom 9. bis 11. September 1877", mit 3 Excursionskarten und 2 Detailplänen, bearbeitet im Auftrage der Direction der Domänen und Forste des Cantons Bern von Hermann Kern, Oberförster des Oberlandes.

** Erzeugt in der Gußstahl- und Eisendrahtfabrik Felten & Guillaume in Köln zu dem Fabrikpreise von 1·65 Francs per Kilogramm loco Interlaken.

*** Angefertigt in der Drahtseilfabrik von Oechslin, „zum Mandelbaum", in Schaffhausen.

Die einzelnen Drahtlitzen haben eine Stärke von 0·9 mm, während der Durchmesser des Seiles 9 mm erreicht. Die durchschnittliche Fahrzeit betrug circa 7 Minuten, woraus sich eine mittlere Gleitgeschwindigkeit von 7·4 km per Stunde oder 2·05 m per Secunde berechnet. Die Wagen, dann die Brems- und Spannvorrichtung gleichen den einschlägigen Herstellungen im Schlierenthale, nur ist die letztaufgeführte für jedes Tragseil selbstständig, d. h. es können die Tragseile von einander unabhängig gespannt werden.

Das Betriebsergebniß hat sich bei den zwei Aufstellungen folgendermaßen gestaltet:

	Betriebsergebniß der ersten Aufstellung		der zweiten Aufstellung	
	im Ganzen	per Tag	im Ganzen	per Tag
Anzahl der Tagfahrten	2700	30·0	5450	38·9
„ „ abgeriesten Stammhölzer	3437	38·2	8708	62·2
Abgeriestes Holzquantum in fm³ . .	1215	13·5	3155	22·5

Rechnen wir weiters, daß das Be- und Entladen der Wagen durch je zwei Mann besorgt werden kann, und daß zur Bedienung der Bremse eine weitere — fünfte — Arbeitskraft erforderlich ist, so stellt sich das Arbeitserforderniß bei der ersteren Aufstellung auf 0·37, bei der zweiten aber auf nur 0·22 Tagschicht per fm³ oder per Stammstück im ersten Falle auf 0·13, im zweiten auf 0·08 Tagschicht. Der Betrieb auf dieser Riese ist einfacher und billiger als der auf der König'schen Drahtseilriese im Schlierenthale, weil die Ausweichstation und die Verwendung von zwei Arbeitskräften entfällt; freilich sind die Anlage- und Amortisationskosten höher, nachdem zwei Drahtseile im Gebrauche stehen.

V. Capitel: Die Waldwege.

§. 50. Begriff und Untertheilung der Wege.

Die Waldwege sind Transportanstalten, auf denen die Hölzer mit Zuhilfenahme einer Zugkraft nach ihrem Bestimmungsorte geliefert werden. Die Art der Zugkraft, die Zeit der Benützung einer derartigen Anlage und der Umstand, ob Lasten lediglich nach einer oder nach beiden Richtungen verführt werden sollen, endlich in welchem Maße und Umfange diese Wege befahren werden, alles das ist maßgebend für das Detail ihrer Anlage und Ausführung. Es lassen sich somit die Waldwege nach Maßgabe ihres nächsten Zweckes und der hiedurch gebotenen baulichen Anlage, und zwar so weit sie für den forstlichen Haushalt in Frage kommen können, folgendermaßen gruppiren:

A. In Waldwege III. Ordnung.

Es sind das zunächst jene Anlagen, die sich entweder an die bereits bestehenden Lieferanstalten, als Erdgefährte, Weg-, Holz- und Drahtriesen, anschließen oder dieselben nach Maßgabe der localen Verhältnisse auch zu ersetzen bestimmt sind. Die Waldwege III. Ordnung sind daher Schlagwege (Leit- oder Rückerwege), die nach der Art der auf ihnen zur Anwendung kommenden Zugkraft noch weiter unterzutheilen kommen:

1. In Schlagwege für Menschenzugkraft:

a) Schlittenwege, d. h. Wege, die nur bei einer Schneebahn benützt werden sollen;

b) Schmierwege, d. h. Wege, die im Sommer mit Schlitten befahren werden;

c) Karrenwege, d. h. solche, die im Sommer mit Karren befahren werden können.

2. In Schlagwege für thierische Zugkraft:

a) für eine zeitweilige Benützung, d. h. im Falle der Boden gefroren oder mit Schnee bedeckt ist, und

b) für beständige Benützung.

B. Waldwege II. Ordnung, d. h. Nebenstraßen,

die gewöhnlich von den Wegen I. Ordnung abzweigen, in die Seitentheile eines Bringungsgebietes führen und an die Wege der III. Ordnung sich anschließen.

Auch diese Hauptgruppe zerfällt wieder:

3. in Nebenstraßen für eine zeitweilige Benützung, d. h. bei gefrorenem oder beschneitem Zustande;

4. in Nebenstraßen für eine andauernde Benützung, d. h. für den Sommer- und Winterbetrieb, welche je nach ihrer Anlage den Lastentransport

a) nach einer Richtung,

b) nach beiden Richtungen gestatten.

C. Waldwege I. Ordnung,

d. h. Hauptstraßen, die mit schwerem Fuhrwerk dauernd befahren werden können, und welche je nach der Richtung der Lastenbewegung abzutheilen kommen:

a) in Hauptstraßen für ein Thalgebiet und mit der Bestimmung der Lastenbewegung nach einer Richtung und

b) in Hauptstraßen, die mehrere Thalgebiete verbinden und auf denen Lasten nach beiden Richtungen verführt werden können.

Die Waldwege I. Ordnung erhalten stets eine genügende Breite, so zwar, daß sich zwei ortsüblich beladene Wagen, d. i. mit normalem Ladungsprofile, anstandslos ausweichen können, ohne irgend Gefahr zu laufen, allzu nahe an die Kante der Straßenkrone zu kommen, während die Wege II. Ordnung sehr oft nur eine sogenannte eingeleisige Breite erhalten, wo dann das Ausweichen der Fuhrwerke auf entsprechend angelegte, kurze Straßenerweiterungen — Ausweichplätze — beschränkt wird. Die Hauptstraßen müssen stets eine entsprechende Pflasterung oder Steingrundlage erhalten, es wäre denn, daß die Beschaffenheit des Untergrundes eine derartige Vorkehrung entbehrlich macht. Die Nebenstraßen sind nur bei ständiger Benützung zu pflastern, während bei den Waldwegen III. Ordnung ein steinerner Unterbau gänzlich entfällt und auch die Wegbreite auf das zulässig kleinste Ausmaß eingeschränkt wird.

A. Waldwege einfachster Anlage (III. Ordnung).

§. 51. Das Wesen der Schlagwege im Allgemeinen. Berücksichtigung der verfügbaren Zugkräfte, sowie der ortsüblichen Verwendung dieser im Hinblick auf den Anlageplan.

Für den Zweck der Beförderung der Hölzer auf Schlagwegen steht entweder die Menschenkraft oder die Kraft der Zugthiere zur Verfügung. Sollten die Mittel nicht vorhanden und die voraussetzungsweisen Terrainverhältnisse nicht gegeben sein, um den Weg gleich von vornherein derart anzulegen und auszubauen, daß der Holztransport darauf sowohl mit Beiziehung der Menschenkraft, als auch unter Verwendung von Zugthieren platzgreifen kann, so muß die Entscheidung getroffen werden, bis zu welcher Grenze die eine oder andere Kraft mit größerem Vortheile in Verwendung gebracht werden dürfte. Die Erfahrung und ein einfaches Rechenbeispiel können uns lehren, daß die Menschenkraft für den Holztransport mittelst der Zugschlitten oder Karren nur bis zu einer bestimmten Grenze dienstbar gemacht werden darf, wenn nicht die Transportkosten sich höher stellen sollen, als im Falle der Verwendung von Zugthieren. Es ist aber sehr schwer, jene Grenze zu bestimmen, bis wohin die eine oder andere Zugkraft als Mittel der Holzförderung angewendet werden kann, das heißt, es läßt sich nicht im Allgemeinen feststellen, wo etwa die eine aufzuhören und die andere dafür zu beginnen hätte, da solches mehr oder weniger von einer Reihe localer Factoren bedingt wird, von denen in Kürze nur folgende Erwähnung finden sollen:

1. Die Gefällsverhältnisse.

Die Benützung der Menschenkraft für den Zweck des Holztransportes hat die Voraussetzung, daß die betreffenden Wege ein gewisses Gefällsausmaß besitzen, und würde deren Anwendung zur Erhöhung der Transportkosten führen, wenn das Gefälle unter das zulässige Minimum sinken sollte. Schon in dieser einen Bedingung ist die Möglichkeit enthalten und zugegeben, daß sich Oertlichkeiten finden werden, wo Hölzer unter geringerem Gefälle abzuliefern kommen, d. h. es können die localen Verhältnisse eine Weganlage mit jenen Gefällsverhältnissen ganz und gar ausschließen, welche die Anwendung der Menschen als bewegende Kraft erheischen. Dann tritt an die Stelle jener der Holztransport mit Anwendung von Zugthieren.

2. Die Länge der Transportstrecke.

Für den Transport der Hölzer mit Menschenkraft ist auch in der Länge der Lieferstrecke ein bestimmtes Ziel gesetzt, d. h. über eine gewisse Entfernung hinaus wird die Förderung der Hölzer mittelst der Zugthiere billiger, wie unter Inanspruchnahme von Menschenkraft sich stellen, während umgekehrt auf kurzen Strecken die Handleistung der Verwendung von Zugthieren vorzuziehen ist. Auf sehr langen Strecken oder Lieferzügen sind die Wege jedenfalls derart anzulegen, daß deren Befahrung auch mit Zugthieren zulässig ist.

3. Das Verhältniß des ortsüblichen Arbeitslohnes zu den Kosten der verfügbaren Bespannung.

Da es sich stets um die Frage handeln muß, auf welche Art der günstigste Auf- für die Holzabbringung zu erzielen sein werde, so liegt es auf der Hand, daß in

Gegenden, wo noch eine sehr billige Bespannung zu haben ist, unter manchen Verhältnissen selbst auf ganz kurzen Lieferstrecken oder bei sonst für den Transport mittelst Menschenkraft günstigerem Gefälle der Transport mittelst Zugthiere der Handleistung vorgezogen werden wird. Eine billige Bespannung kann aber auch im Wege einer regen Concurrenz in dem einen oder dem anderen Betriebsjahre erzielt werden, da ja in vielen Fällen der Holztransport mittelst Zugthiere im Wege einer Minuendolicitation oder Offertverhandlung vergeben wird; wenigstens dürfte sich dieser Modus der Arbeitsvergebung in den meisten Fällen als der beste empfehlen. Der Ausrufspreis wird sodann dem Kostenerfordernisse der Menschenkraft annähernd gleichgestellt. Sollte die Vergebung kein günstiges Resultat erbringen, so kann noch immer zur Verwendung von Handarbeit gegriffen werden. In diesem Falle müssen aber die anzulegenden Wege die Anwendung der Menschen und Thiere als Zugkraft gestatten.

4. Die Absatzverhältnisse.

Die Ausnützung der Holzschläge steht bekanntermeise in einem innigen Zusammenhange mit den ortsüblichen Absatz- oder Marktverhältnissen, ja wird sogar in manchen Fällen hievon bedingt. Erst dann, wenn sich der Wirthschaftsführer nach Maßgabe der Anfrage oder des localen Bedarfes für die Aufbereitung seiner Hölzer für das eine oder andere Sortiment entschieden hat, tritt an ihn die weitere Frage heran: In welcher Weise und mit welchen Bringungsmitteln sind die nunmehr gewonnenen Holzsortimente nach den Verbrauchs- und Verkaufsplätzen zu schaffen?

Für den Transport durch Menschenkraft sind mit Rücksicht auf die Dimensionen der abzuführenden Hölzer gleichfalls unverrückbare und zugleich eng gezogene Grenzen vorhanden. So werden beispielsweise Stammstücke, deren Länge 8 m übersteigt, mit Zugthieren billiger als mit Menschenkraft abzuliefern sein. Selbst bei kürzeren, aber starken Schnitthölzern kann das gleiche Verhältniß eintreten. Fahrwege werden somit dort angelegt werden müssen, wo mit Rücksicht auf die absatzfähigen Holzsortimente nur der Transport mittelst der Zugthiere möglich ist. Von demselben Einflusse ist es auch, ob Hölzer im Schlage selber zum Verkaufe gelangen oder nicht; im ersten Falle wird es gewiß von großem Vortheile sein, wenn dem Käufer die Möglichkeit geboten werden kann, seine Hölzer auf die eine oder die andere Art ausbringen zu können.

5. Die Beschaffenheit des Terrains im Allgemeinen.

Müssen Wege beispielsweise über Flächen geführt werden, auf denen selbst die geringfügigste Erdbewegung Terrainbrüche veranlassen könnte, so wird in einem solchen Falle die Fahrbahn in Form eines Prügelweges auf Holzböcke, die in den Bergabhang einzulassen sind, gelegt. Selbstverständlich schließen derartige Verhältnisse, ebenso gut auch schroffe, felsige Berghänge im Vorhinein die Verwendung von Zugthieren aus; es können sodann nur Wege für den Handtransport zur Ausführung gelangen, wenn sich nicht etwa überhaupt ein anderes Bringungsmittel empfiehlt.

Schon aus diesen kurzen Andeutungen ist zu entnehmen, daß dem Holztransporte mit Zugthieren auf einfachen Schlagwegen ein namhaftes Gebiet offen stehen kann, und daß sich Oertlichkeiten finden werden, wo das eine Mal der Holztransport mit Zugthieren, das andere Mal jener durch Menschenkraft günstigere Resultate ergeben wird. Es ist daher immer von entschiedenem Vortheile, die Wege dort, wo es zulässig ist, und wo sie voraussichtlich beiden Zwecken dienstbar werden können, derart anzulegen, daß auf ihnen der

Holztransport je nach Bedarf oder je nach dem rechnungsmäßigen finanziellen Ergebnisse mit Zugthieren oder mit Menschenkraft eingeleitet werden kann. Wo das indeß an den momentan verfügbaren Mitteln oder aus anderen Gründen scheitern sollte, dort lege man die Schlagwege zum mindesten derart an, daß sie seinerzeit in einfacher Weise, also ohne unnöthige Ausgabe von Geldmitteln, für die Benützung mit Zugthieren umgestaltet werden können, d. h. man nehme von vorneher auf die Gefällsgröße und die Gefällsausgleichung die gehörige Rücksicht.

Die Schlagwege vermitteln entweder die Auslieferung der Hölzer direct aus den Schlagflächen oder sie sind ein Glied in einer Kette von Lieferungsanstalten, wie dies in den an Abwechslung so reichen Gebirgsforsten häufig der Fall ist. In dem einen wie dem anderen Falle müssen in erster Linie jene localen Verhältnisse erhoben werden, welche auf die Form des Wegkörpers, auf die Art der Führung der Weglinie, auf die Anlage und den Ausbau der erforderlichen Objecte, endlich auf den Zeitpunkt, wann der Weg benützt werden soll, Einfluß nehmen.

Von den localen Verhältnissen sind daher zu ermitteln:

1. Welche Holzmassen auf dem geplanten Wege zur Abbringung gelangen dürften.
2. In welchem Zeitraume und in welcher Jahreszeit die fraglichen Hölzer geliefert werden sollen.
3. Die Dimensionen oder Sortimente der Hölzer.
4. Die Weglänge und ob der zu überwindende Höhenunterschied nach Bedarf und Erforderniß, d. h. ohne weitere Schwierigkeit auf die gesammte Anlage sich vertheilen läßt.
5. Ob der Weg alljährlich benützt werden soll, die Benützung eine periodisch wiederkehrende oder nur eine einmalige ist.
6. Wie der Boden beschaffen ist, ob bedeutende Objecte diesfalls nothwendig werden dürften.
7. Ob der geplante Weg das Anfangs- oder ein Mittelglied des gesammten Lieferzuges ist, zwischen was für Lieferanstalten er eingeschoben werden soll, namentlich auch in welcher Weise die weitere Abbringung der Hölzer stattfindet, d. h. in was für eine Lieferanstalt der Weg einmünden wird.
8. Wie stellen sich die localen Verhältnisse mit Rücksicht auf die erforderlichen Zugthiere, d. h. zu welchem Kostenpreise und in welcher Anzahl werden dieselben zu haben sein?
9. Die gegenwärtigen Absatzverhältnisse und wie sich dieselben allenfalls in der nächsten Zukunft gestalten können.
10. Wie ist das Verhältniß der Arbeitskräfte? Sind Arbeiter in genügender und auch in für diesen Zweck brauchbarer Anzahl vorhanden, um die abzuliefernden Massen ohne Störung des übrigen Forstbetriebes zu der richtigen Zeit durch Menschenhand befördern zu können?
11. Wie stellen sich unter mittleren Verhältnissen die klimatischen Einflüsse in den betreffenden Oertlichkeiten ein, d. h. sind häufige und mächtige Schneefälle vorherrschend, ist der Winter lang, der Sommer vorwiegend lang u. dgl.?
12. Wie sind die Grund- und Rechtsverhältnisse, d. h. muß der Weg über fremde Gründe (Enclaven) geführt werden, und dürften sich der Grundeinlösung und Erwerbung Schwierigkeiten entgegen stellen?

Ist das vorstehend bezeichnete Material mit möglichster Genauigkeit und Verläßlichkeit gesammelt, dann muß entschieden werden:

1. Ob der geplante Weg derart anzulegen sei, daß der Holztransport sowohl mit Menschenkraft als auch mittelst der Zugthiere möglich sein soll, oder ob es genügt, wenn nur auf die erstere Kraft allein Bedacht genommen wird.
2. Ob die Anlage eine ständige oder nur eine vorübergehende sein soll, beziehungsweise welcher Aufwand für die Herstellung gerechtfertigt erscheine.
3. Mit welchen Transportmitteln das Holz abgeliefert wird, ob mit Handschlitten oder Handkarren, mit bespanntem Schlitten- oder Achsenfuhrwerk, d. h. ob der Weg im Sommer und Winter oder nur in [illegible]ren Jahreszeit benützt werden soll.

In welcher Weise das Gefälle zu bestimmen oder zu vertheilen sei, welche Breite dem Wege [illegible]erden müsse, welche Krümmungshalbmesser als äußerste Grenze angewendet werden können, mit welcher Dauerhaftigkeit und mit welchem Grade von Festigkeit die Objecte zu erbauen seien.

§. 52. Die Tracirung der Schlagwege.

Das Ausmitteln der Weglinie oder des Längenprofiles erfolgt sowohl bei jenen Wegen, die nur für die Abbringung des Holzes mittelst Menschenkraft, als auch bei denen, wo der Holztransport mit Zugthieren geplant wird, in völlig gleicher Weise, nur sind die Terrainaufnahmen und Gefällsausgleichungen bei den letzteren mit einem größeren Grade von Sorgfalt und Genauigkeit zu pflegen.

Bei der Tracirung oder endgiltigen Bestimmung der Weglinie eines Schlagweges ist zunächst, und zwar ohne Rücksicht auf seine künftige specielle Verwendung, zu beachten:

1. daß dem Wege jene Richtung gegeben werde, die ihn für die Ausbringung der Hölzer auf möglichst ausgedehnten Flächen benützbar macht;
2. daß der anzulegende Weg bei dem gegebenen Gefälle im günstigen Terrain geführt werde, d. h. daß die zulässigen Gefällsschwankungen im Interesse eines mäßigen Anlageaufwandes in wohlverstandener Weise ausgenützt werden;
3. daß dem Wege die zulässig kürzeste Länge gegeben werde, es wäre denn, daß durch eine eventuelle Verlängerung dem Wege weitere Vortheile zugewendet werden könnten;
4. daß das Gefälle im gesammten Durchschnitte sowohl, als auch in den einzelnen Theilstrecken, desgleichen die anzulegenden Krümmungen die Ausbringung der ortsüblichen Holzsortimente anstandslos gestatten;
5. daß der Weg an eine anderwärtige Lieferanstalt in zweckmäßiger Weise sich anschließe;
6. daß die Anlage schwieriger und daher auch kostspieliger Objecte vermieden werde, und daß die Weglinie in ihrer ganzen Längsrichtung eine zureichende und zweckmäßige Ableitung der Tagwässer gestatte;
7. daß die Führung der Schlagwege, die für den Winterbetrieb bestimmt sind, in einem Einschnitte vermieden werde, weil sonst durch Schneeverwehungen der Betrieb erschwert oder gestört werden könnet.

Das Gefälle.

Jenen Weganlagen, auf welchen die Hölzer lediglich mit Inanspruchnahme von Menschenkraft geliefert werden, kann ein verhältnißmäßig stärkeres Gefälle gegeben werden, als denen, wo Zugthiere für den Holztransport in Verwendung kommen sollen. Das beste Durchschnittsgefälle der Schlitten- oder Karrenwege dürfte zwischen 8 und 20% liegen, weil bei einem geringeren Gefälle dem Transportmittel nach abwärts nur eine sehr beschränkte Geschwindigkeit gegeben werden kann, während umgekehrt bei einem sehr starken Gefälle das Aufwärtsschaffen oder Ziehen der leeren, aber immerhin ziemlich schweren Schlitten oder Karren erschwert wird. Schlittenwege, deren Durchschnittsgefälle 20% übersteigt, sind zwar kurz und in ihrer ersten Anlage billig herzustellen, desgleichen ist auch der auf solchen steilen Schlittenwegen erzielte Leistungsaufwand ein ungleich günstigerer, weil der Holzrücker an seinen Schlitten behufs Verzögerung des raschen Ganges größere Bündel mit Holz anhängen muß; indeß empfiehlt sich ein so hohes Gefälle keineswegs, weil sowohl bei dem Niedergleiten, als auch bei dem Aufwärtsschaffen des Schlittens der Holzrücker seine Kraft derart anspannen muß, daß selbst die kräftigsten Holzknechte das Ziehen von Holz auf steilen Schlittenwegen nur wenige Jahre aushalten, wenn überhaupt für das Holzrücken unter so bewandten Gefällsverhältnissen Menschenkräfte in genügender Anzahl verfügbar sein sollten. Speciell bei den Schlittenwegen hängt die Gefällsgröße auch von der Exposition jenes Berghanges ab, über welchen eben der Weg geführt werden soll. Einem Schlittenzugwege soll an den sonnseitigen, nach Süden, Südost oder Südwest abgedachten Berghängen wegen der häufigen Eisbildung ein um 2—3% geringeres Gefälle gegeben werden.

Es dürfte sich somit empfehlen:

a) für Schlittenwege an sonnseitigen Berghängen ein Gefälle von 6—12%
b) für Schlittenwege an schattseitigen Hängen von . . . . . 8—15 „
c) für Karrenwege ein Gefälle von . . . . . 6—12 „
d) für Schlagwege, die gleichzeitig für das selbstthätige Gleiten der Hölzer im Sommer zeitweilig verwendet werden sollen, ein Gefälle von . . . . . 15—20 „

Auf das zulässig höchste Gefällsausmaß haben übrigens auch noch die Dimensionen der abzuführenden Hölzer einen bestimmten Einfluß; je länger und schwerer die letzteren sind, um so größer kann das Gefälle auf jenen Schlagwegen sein, die ausschließlich für den Handtransport bestimmt sind. Größere Gefälle müssen zu den Ausnahmen gehören und sind nur bei solchen Weganlagen zulässig, die vorübergehend für das Abbringen der Hölzer angelegt und benützt werden, während sich das Gefälle bei ständigen Schlagwegen stets in den oben angeführten Grenzen bewegen soll. Gegengefälle oder Gegensteigungen sind in den Schlagwegen ganz und gar ausgeschlossen; müßten letztere irgend aus localen Gründen dennoch angewendet werden, weil beispielsweise Hölzer über eine Wasserscheide geführt werden sollen, so ist wohl zu erwägen, ob nicht an Stelle der Menschenkraft jene der Zugthiere zu verwenden sei, d. h. ob nicht der Weg vom Anfange an für den Transport mit Zugthieren einzurichten wäre.

Schlagwege, auf welchen die Hölzer mittelst der Zugthiere befördert werden, dürfen rücksichtlich des Gefälles nicht jene Größe erreichen, welche bei Schlagwegen für den Betrieb mit Menschenkraft als zulässig äußerste Grenze zuerkannt worden ist. Das beste Gefälle dürfte im Mittel 10% sein, während als zulässig äußerste Grenze des Gefälles 15% gelten dürfen. Es genügt aber nicht allein, wenn die Schlagwege das entsprechende Durchschnittsgefälle besitzen, es muß sich das Gefälle auch in zulässigen Grenzen bewegen, d. h. die Gefällsvertheilung soll gleichwie die Gefällsgröße der Gesammtanlage entsprechen. Scharfe Uebergänge aus einem Gefälle in ein zweites sind zu vermeiden und nur unter zwingenden Verhältnissen anzuwenden. Eine Gefällsausgleichung ist nur bis zu einem gewissen Grade erwünscht und auch von Vortheil, es sollen sich aber die Gefälle der einzelnen Theilstrecken nicht in zu weiten Grenzen bewegen.

Bei untergeordneten Anlagen darf eine Gefällsausgleichung keinesfalls auf Kosten des gesammten Bauaufwandes getrieben werden, und wären in einem solchen Falle größere Erdbewegungen nicht am Platze. Dagegen sind ständige Wege für den Handschlittenbetrieb oder solche Anlagen für den Holztransport mit Zugthieren in Rücksicht auf eine Gefällsausgleichung und Vertheilung sorgfältiger zu behandeln.

Die Wegkrümmungen.

Natürlich würde die Anlage von Schlagwegen mit einem möglichst geraden Verlaufe bei Vermeidung von Krümmungen einen Aufwand erheischen, der in keiner Weise zu rechtfertigen wäre. Speciell bei Zugwegen für den Handtransport wird man nur zu oft mit den Krümmungen, Wenden und Kehren bis auf die zulässig kleinste Grenze herabgehen müssen. Der Krümmungshalbmesser der Curven und Kehren kann um so kleiner gehalten werden, je breiter der Weg und je kürzer das abzuführende Material ist, d. h. aus der Längendimension der Hölzer einschließlich der Länge der Bringungsmittels und der allfälligen Zugthiere l und der Breite des Weges b kann der entsprechende Krümmungs-

halbmesser r aus der Formel $r = \frac{l^2}{2 \cdot b}$ berechnet werden. Zwei entgegengesetzte Curven sollten nicht unmittelbar aufeinander folgen; es ist dazwischen vielmehr eine gerade Strecke einzuschalten, welch' letztere bei der Weganlage für den Holztransport mit Zugthieren eine Länge von 20—30 m haben soll.

Kehren und Wenden.

Wendungen (Serpentinen) in einem Gehänge sind

1. an solche Stellen zu verlegen, wo deren Anlage keine allzu großen Erd- oder Massenbewegungen erheischt, d. h. in flache oder ebene Terrainfalten;
2. in ihrer Anzahl auf das unerläßlich nothwendige Ausmaß einzuschränken, weil sie selbst bei günstigen Verhältnissen einen erhöhten Bauaufwand veranlassen und den Betrieb oder das Abbringen der Hölzer erschweren.

Die Kehren oder Wendungen werden dann anzulegen sein, wenn zwei gegebene Punkte durch einen Weg mit gegebenem Gefälle zu verbinden sind und der relative Höhenunterschied der beiden Punkte so groß ist, daß die kürzeste Verbindung derselben das bedingte Gefällsverhältniß in einem mehr oder minder hohen Grad übersteigt.

Die Wegbreite.

Die Wegbreite muß zunächst der Spurweite der Karren oder Kufenweite der Schlitten entsprechen, mit denen die Wege befahren werden sollen. Nachdem der Abstand der Läufe eines Schlittens und die Spurweite der Karren gewöhnlich nicht viel über oder unter einem Meter beträgt, so dürfte für die Schlagwege, auf welchen der Holztransport lediglich mit Menschenkraft geplant wird, eine Breite von 1·2—1·6 m genügen. Dagegen müssen jene Wege, welche mit Zugthieren befahren werden sollen, eine Wegbreite von 2—3 m unter der Voraussetzung erhalten, daß nur einspänniges Fuhrwerk in Benützung kommen werde. In Wendungen oder Kehren ist den Schlagwegen eine größere Breite zu geben, vorausgesetzt daß durch eine derartige Verbreiterung die nothwendigen Massenbewegungen keine unverhältnißmäßigen Dimensionen annehmen.

§. 53. Das Aufsuchen und Festlegen der Weglinie.

Wenn es sich um die Anlage eines Schlagweges handelt, so können für das Aufsuchen der Weglinie oder der Wegrichtung zwei Fälle vorliegen, und zwar:

1. Es sind zwei Punkte gegeben, die durch einen zweckmäßigen Schlagweg untereinander verbunden werden sollen, oder
2. es ist ein Punkt unverrückbar bestimmt, von welchem aus ein Waldweg unter einem festgesetzten Gefällsverhältnisse aufgesucht werden soll.

Handelt es sich um die Anlage eines Schlagweges von untergeordneter Bedeutung, beispielsweise eines Schlittenweges für den Handtransport, so genügt es, für die Ausmittlung der Weglinie einen Preßler'schen Meßknecht, den Faustmann'schen Spiegelhypsometer oder das Nivellirinstrument von Schwangler* zu benützen. Bei ständigen Anlagen, speciell solchen, auf welchen auch der Holztransport mit Zugthieren platzgreifen

* In den „Mittheilungen des königlich bayerischen Ministerial-Forstbureaus" 1860, p. 36, ist das genannte Instrument abgebildet und eingehend beschrieben.

soll, muß dagegen die Ermittlung der Weglinie mit einem größeren Genauigkeitsgrad und unter Benützung eines guten, wenn auch am Ende einfach construirten Nivellirinstrumentes erfolgen.

Liegt die Aufgabe vor, zwei gegebene Punkte durch einen Schlagweg zu verbinden, dann wird zunächst in der Richtung der kürzesten Verbindungslinie der relative Höhenunterschied ermittelt und das Durchschnittsgefälle berechnet. Entspricht das letztere nicht und muß die Weglinie verlängert werden, so ist letztere aus dem gegebenen Durchschnittsgefälle und dem gefundenen relativen Höhenunterschiede zu berechnen. Auf Grundlage der bekannten Weglänge wird es dem geübten und mit den localen Terrainverhältnissen wohl vertrauten Arbeiter nicht schwer fallen, zu bestimmen, ob und welche Anzahl Kehren anzulegen sein dürften, endlich welche Stellen für die letzteren am geeignetsten sein werden. Ist das Ziel mit einer Kehre oder einer einmaligen Wendung zu erreichen, so wird mit dem Festlegen der Weglinie unter dem gegebenen Gefälle, und zwar in jener Richtung, in welcher der Weg am besten zu befahren ist, einmal vom unteren, sodann vom oberen Punkte begonnen und dies so lange fortgesetzt, bis sich die zwei Linien treffen. Im Schnittpunkte ist die Wendung anzulegen, und kann letztere auch nach auf- oder abwärts geschoben werden, wenn dadurch eine günstigere und billigere Anlage erzielt würde. Hiebei ist nur vorauszusetzen, daß die dadurch bedingten Gefällsänderungen ohne Nachtheil für die Gesammtanlage vorgenommen werden können.

Lassen sich aber die beiden Punkte nur verbinden, wenn die Weglinie mehrmals gewendet wird, d. h. wenn zwei oder mehr Kehren eingelegt werden, dann kann man mit Rücksicht auf die zulässigen Gefällsschwankungen und auf eine zweckmäßige Wahl der Wendeplätze die Anlage in Sectionen theilen und die Untertheilungspunkte an solche Stellen legen, wo die Herstellung der Kehren sich am leichtesten gestalten wird. Von den festgesetzten Zwischenpunkten sind einschließlich der gegebenen Anfangs- und Endpunkte je zwei untereinander mit dem sich aus ihrem relativen Höhenunterschiede ergebenden Durchschnittsgefälle zu verbinden. Müssen dagegen Gefällsschwankungen vermieden werden, so erfolgt das Aufsuchen der Weglinie in gleicher Weise wie bei einer Straße, und wird mit dem gegebenen Gefälle vom obersten Punkte nach abwärts gearbeitet, wobei an schicklichen Plätzen die Trace zu wenden ist. Selbstverständlich wird im zweiten Falle mit Rücksicht auf den zweckmäßigen Anschluß an den untersten Punkt ein zwei-, auch mehrmaliges Nivelliren bei entsprechender Verlegung und Verschiebung der Wendepunkte nicht leicht zu vermeiden sein.

Einfacher und weniger zeitraubend ist das Aufsuchen der Weglinie, wenn letztere von einem gegebenen Punkte aus unter einem bestimmten Gefälle zu führen ist. In einem solchen Falle wird von dem Fixpunkte ausgegangen und jene Linie ermittelt, welche dem gegebenen Gefälle entspricht, wobei bauliche Schwierigkeiten durch kleine Gefällsänderungen zu umgehen sind. Nur dürfen letztere die zulässige und im Vorhinein festgestellte Grenze nicht überschreiten, außer in dem Falle, als hiedurch ganz bedeutende Vortheile sowohl in der Anlage, als auch in Hinsicht auf den künftigen Betrieb erlangt werden sollten.

Stehen gute Schichtenplankarten zur Verfügung, so kann die Wegrichtung auch ohne Nivellement bestimmt, beziehungsweise auf den Karten ermittelt und sodann in die Natur übertragen werden. Wäre z. B. die Schichtenringhöhe 5 m, das Gefälle 10% und liegt der Anfangspunkt a des Weges unmittelbar in einem Schichtenringe, so wird nach dem gegebenen Maßstabe mit der Länge von 50 m von a aus der Durchschneidungspunkt mit

der nächst höheren oder tieferen Schichte, und zwar mit Hilfe eines Zirkels in jener Richtung bestimmt, in welcher die Weganlage erwünscht ist. Liegt der Punkt a innerhalb zweier Schichtenringe, so muß sein relativer Höhenabstand von der oberen oder unteren Schichte, je nachdem der Weg bergan oder bergab führen soll, ermittelt und dementsprechend die dazu gehörige Weglänge gerechnet werden. Der Schnittpunkt mit der nächsten Schichtenlinie ist sodann ein zweiter, von wo aus in gleicher Weise ein dritter Punkt der Wegtrace u. s. w. ermittelt werden kann.

Eine bildliche Darstellung der Nivellements-Ergebnisse, desgleichen die Aufnahme von Querprofilen, endlich die Berechnung der erforderlichen Massenbewegung ist nur dann wünschenswerth, wenn die Anlage von größerer Bedeutung ist und innerhalb der Trace namhafte Auf- und Abtragsarbeiten vorkommen sollten oder der Bau nicht nach der currenten Länge, sondern nach Einheitsleistungen der unterschiedlichen Arbeiter vergeben wird.

§. 54. Der Bau der Schlagwege.

Ist die Aufnahme der Weglinie beendet, diese selbst endgiltig in der Natur gelegt, wobei mit Rücksicht auf das Abstecken der Curven, Kehren oder Wendungen auf die beim Straßenbaue näher beschriebenen Methoden verwiesen wird, so kann an die eigentliche Bauausführung geschritten werden. Die letztere beschränkt sich zunächst auf den Unterbau, sodann auf die Ausführung eines allfälligen Oberbaues und auf die Herstellung der durch die localen Verhältnisse etwa bedingten Objecte.

Der Unterbau umfaßt alle jene Arbeiten, welche zur Herstellung der Fahrbahn in der dafür festgesetzten Breite nothwendig sind. Vorwiegend wird der Unterbau in der Bewegung von Massen bestehen und nur dort auch Stein- und Holzbauten umfassen, wo der Weg über Rutschterrain, sumpfige oder nasse Stellen, über tiefe Mulden geführt werden muß, deren Ueberdämmung zu kostspielig und deren Ausfahrung als unthunlich sich erwiese.

Allgemeine Bauregeln bei der Ausführung des Unterbaues.

1. Untergeordnete Weganlagen, d. h. Schlitten- und Karrenwege für den Handbetrieb, namentlich dann, wenn sie nur für einige Jahre dem Holztransporte dienen sollen, sind möglichst in das natürliche Terrain zu legen, wenn nicht allenfalls eine einfache Planirung zur Herstellung der erforderlichen Fahrbahn genügen sollte.

2. Ständige Schlagwege, besonders jene für den Holztransport mit Zugthieren, sind mit Rücksicht auf die größere Breite durch Auf- und Abtrag herzustellen, d. h. es kann je nach der örtlichen Beschaffenheit des Terrains die Fahrbahn mehr oder weniger tief in den Boden durch Abgrabung gelegt werden, während der übrige Theil durch Anschüttung des gewonnenen Materiales herzustellen ist. In steilen Berghängen sind Anschüttungen zu vermeiden, weil die entsprechende Versicherung des Fußes derselben ebenso schwierig als kostspielig ist und sich demnach unter solchen Verhältnissen die Führung der vollen Fahrbahn im natürlichen Boden als zweckmäßiger und billiger herausstellt.

3. Müssen Schlittenwege, die für den Handbetrieb bestimmt sind, über Rutschflächen geführt werden, so ist jede Art von Erdbewegung zu vermeiden und die Fahrbahn aus Holz in der Weise herzustellen, daß in der Richtung der Weglinie und im entsprechenden Niveau Holzjoche aufgestellt werden, auf denen die Streckbäume ruhen. Diese tragen sodann die aus Rundholzstücken oder Halbklüften (einmal gespaltenen Rundholzstücken) ge-

bildete Fahrbahn, zu deren weiterer Festigung beiderseits noch Wegstangen (Schleuderbäume), und zwar auf die Rundholzstücke mit Holznägeln befestigt werden. Gewöhnlich werden die Joche mit dem einen Kopfende unmittelbar auf den Boden aufgelegt, während das thalwärts gerichtete Ende durch zwei Seitenstreben oder Füße in der erforderlichen Höhe gehalten wird. Das Belegen der Streckbäume mit Halbklüften in Abständen von 0·5—0·6 m empfiehlt sich nicht, weil das Befahren solcher Wege selbst für einen gewandten Holzrücker mit Gefahren verbunden ist. Selbstverständlich sind die Halbklüfte, um ein Hinwegrutschen derselben zu vermeiden, entweder unmittelbar auf die Streckbäume mit Holzstiften anzunageln oder durch thalwärts vorgeschlagene kleine Pflöcke an dem Streckbaume genügend zu befestigen.

4. Anschüttungen sind, wenn sie eine namhafte Höhe bekommen müssen, am Fuße durch entsprechende Stützbauten in Holz oder Stein zu versichern. Sind Steine in gegenügender Menge und von entsprechender Form und Güte in der Nähe der Wegtrace vorhanden oder leicht zu gewinnen, so sind Stützmauern den hölzernen Verwerkungen (Beschlächten) vorzuziehen.

5. Die hölzernen Verwerkungen sind einfache Balkenwände und bestehen aus Rundholzstücken, die parallel zur Fahrbahn aufeinander gedippelt werden. Sie reichen entweder bis über die Krone der Fahrbahn empor, so zwar, daß der oberste Baum der Verwerkung den Schleuderbaum ersetzt, oder sie gehen nur so hoch, daß die Anschüttung einen hinreichenden Schutz erhält, d. h. gegen ein mögliches Abgleiten vollständig gesichert erscheint. Solche Verwerkungen unterliegen aber dem Drucke der dahinter ruhenden Anschüttungsmassen und müssen daher durch 1—1·2 m lange Querhölzer (Zangen, Inschlösser) mit dem Wegkörper verbunden werden, während in jenem Falle, wo der oberste Baum der Verwerkung als Schleuderbaum benützt werden soll, dieser durch seitlich angebrachte Streben zu stützen ist. In Fig. 40 ist die Ansicht einer hölzernen Verwerkung dargestellt, und zwar sind a die Längs-, b die Querhölzer, c das durch die Strebe d gestützte, als Schleuderbaum benützte oberste Lagholz der Verwerkung. In Oertlichkeiten, wo das Holz noch einen geringen Werth besitzt, werden auch größere Mulden derart überbaut, daß parallel zur Wegrichtung zwei solche Holzwände hergestellt und diese untereinander mittelst Querhölzer verbunden und sodann mit Füllmaterial — Erde, Steinen, Geschiebe — ausgefüllt werden. Die doppelten Verwerkungen sind aber wegen der großen Holzverschwendung nur in Ausnahmsfällen anzuwenden.

Führt eine Weganlage unmittelbar an einem Bache, auf dem schwere Hölzer im losen Zustande getriftet werden, entlang, so kann die Wegverwerkung aus Holz unter Einem auch als Uferschutzbau, daher zwei Zwecken gleichzeitig dienen.

6. Werden die Böschungen einer Anschüttung mit Stützmauern unterfangen oder in einem Terrain, wo Abgrabungen wegen Gefahr einer Erdbewegung unterbleiben müssen, solche steinerne Werke errichtet, daß der dadurch gewonnene Raum ausgefüllt und als Fahrbahn benützt werden kann, so sind mit Rücksicht darauf, daß derartige Stütz- oder Böschungsmauern nur aus Trockenmauerwerk hergestellt werden, hiefür möglich große und lagerhafte Steine zu verwenden. Bei Ausführung von Trockenmauern ist nicht allein ein gutes und brauchbares Material zu benützen, es müssen auch bei derlei Herstellungen die folgenden Grundregeln im Interesse der Zweckmäßigkeit und Dauerhaftigkeit beachtet werden:

a) In die untersten oder Grundschichten sind die größten Steine zu legen, denen durch theilweises Zurichten, d. h. Abhauen der vorstehenden Unebenheiten, ein gutes Lager zu schaffen ist.

Müssen die Steine nach den allgemeinen Regeln der Baukunst stets „Voll auf Fug" gelegt und der Zwischenraum mit Moos ausgefugt und mit kleineren Steinen gut verzwickt werden.

c) Ist der Mauer nach außen eine Böschung oder ein Anzug zu geben, der mindestens ein Drittel der Mauerhöhe betragen soll. Soll weiters die Mauer eine beträchtliche Höhe bekommen, so ist letztere mit Rücksicht auf den höheren Grad der Stabilität terrassenförmig abzustufen.

d) Aus der obersten Steinlage läßt man in Entfernungen von 1·0—1·5 m größere Steine emporragen, die dann die Schleuderbäume zu ersetzen haben.

7. Fallen in die Weglinie nasse und brüchige Stellen, die in keiner Weise umgangen werden können, so sind dieselben in gleicher Art wie im Rutschterrain mit Holz zu überbauen; nur entfallen hier die Joche und werden die Streckbäume — Grundbäume — beziehungsweise die Träger der hölzernen Fahrbahn, parallel zur Wegrichtung unmittelbar in den Boden, und zwar in einer Entfernung von 0·6—0·8 m eingelassen. Gute und tiefe Seitengräben dürfen keinesfalls fehlen, und wenn in der Nähe Kies gewonnen werden kann, dann soll auch eine Ueberkiesung der mit Holz ausgelegten Fahrbahn nicht unterbleiben.

Anstatt des Holzes kann auch mit Vortheil Faschinenmaterial verwendet werden, und kommt dieses im ungebundenen Zustande auf die geebnete Fahrbahn zu liegen, um mit einer gehörigen Lage von Kies oder Erde überdeckt zu werden. Führt der Weg über eine unbestockte nasse Stelle, was häufig genug der Fall sein wird, dann wähle man ausschlagfähiges Faschinenmaterial als Bettung, und werden sich hiezu die unterschiedlichen Pappel- und Weidenarten am besten eignen. Im letzteren Falle, wo auf die Bewurzelung und Begrünung der Bettung gerechnet wird, muß die Faschinenunterlage breiter als die Fahrbahn sein und auf beiden Seiten aus dem Deckmateriale hervorragen.

Die Bewurzelung der Faschinen gibt nicht allein dem Untergrunde eine bedeutendere Festigkeit, sondern es erlangt hiedurch auch die Bettung einen hohen Grad von Widerstandsfähigkeit.

Sind Steine in der Nähe in genügender Masse zu haben, so können nasse und versumpfte Stellen der Fahrbahn auch durch das Versenken von entsprechend großen Steinen bis zu dem nothwendigen Grade gefestigt werden. Auf einem Wege übrigens, der nur im Winter oder zur Zeit des gefrorenen Bodens benützt werden soll, können derlei nasse und sumpfige Stellen in ihrem natürlichen Zustande unberührt belassen werden, wenn hier erfahrungsgemäß nicht etwa warme Quellen im Spiele sind und die Stellen daher bei eintretendem harten Wetter wie das übrige Gelände gefrieren.

8. Ist das Ueberschreiten von Mulden und Bodeneinsenkungen mit einem Schlagwege derart, daß die Fahrbahn wie bei Ueberbrückungen auf Joche gelegt wird, die letzteren also den Streckbäumen und den darauf ruhenden Ueberlaghölzern als Unterlage dienen, möglichst zu vermeiden; denn derlei Wege erfordern, selbst wenn von der namhaften Holzverschwendung abgesehen wird, einen unausgesetzten und hohen Erhaltungsaufwand und sind zudem häufig Ursache von zeitraubenden Unterbrechungen im Lieferbetriebe. Mulden und größere Einsenkungen sind daher thunlichst im natürlichen Niveau auszufahren, den Fall ausgenommen, daß auf diese Weise Curven von so kleinem Krümmungshalbmesser angelegt werden müßten, daß hiedurch das Ausbringen der Hölzer in der geplanten Länge auf Schwierigkeiten stoßen oder gar unmöglich würde, oder wenn das Ueberschreiten dieser Einsenkungen durch Andämmung sehr hohe Kosten verursachen sollte. In diesen Fällen, aber auch nur in diesen, ist die Führung der Fahrbahn auf Jochen zulässig. Bezüglich der Jochconstruction verweisen wir auf das, was diesfalls bei den Holzriesen gesagt worden ist, und bemerken nur, daß in jenem Falle, wo schweres

Holz geliefert werden und Zugvieh in Verwendung kommen soll, die Joche wie bei den Holzbrücken auszuführen sind.

In stärkeren Krümmungen ist die Fahrbahn bei jenen Schlagwegen, auf denen Hölzer im Winter geliefert werden sollen, mit einer kleinen Neigung gegen die Bergseite anzulegen. Damit soll der hohe Einfluß der Centrifugalkraft zum Theile paralysirt oder wenigstens gemäßigt werden.

Der Oberbau.

1. Schlagwege, auf denen der Holztransport entweder durch Menschenkraft oder durch Zugthiere, und zwar im Winter bewerkstelligt wird, müssen an allen jenen Stellen, wo der Schlitten in Folge der Centrifugalkraft aus der Bahn geworfen oder geschleudert werden könnte, mit Schleuder- oder Abwehrbäumen an der thalwärts gekehrten Seite belegt werden. In stärkeren Krümmungen oder bei der Ausbringung von längerem Holze genügen die einfachen Schleuderbäume nicht, sondern es werden noch überdies nach Maßgabe der Länge des abzuführenden Holzes an der thalwärts gekehrten Seite des Weges Stamm- oder Stangenstücke schief aufgestellt und entweder an stehende Stämme oder durch zwei angebrachte Seitenstreben an dem thalabwärts gelegenen Ende befestigt, während das andere Ende des schiefgestellten Abwehrholzes in die Böschung des Weges einzugraben ist.

Anstatt der Schleuderbäume können auch an der thalwärts gekehrten Wegseite 15—25 cm hohe Erd- oder Steinhaufen hergestellt werden, die mit Rücksicht auf den Wasserabfluß öfter zu unterbrechen sind. Man erreicht damit den gleichen Zweck und erspart die jährlich wiederkehrenden Kosten, welche das Belegen der Wege erheischt, nachdem selbstverständlich die zu Schleuder- oder Wehrbäumen verwendeten Hölzer am Schlusse der jährlichen Holzausbringung nachzuliefern sind. Die Schleuderbäume sind durch vorgeschlagene Pflöcke oder thalwärts angebrachte Streben entsprechend zu befestigen.

2. Soll ein Schlagweg auch im Sommer den Holztransport mit Handschlitten durch Menschenkraft gestatten, so muß die Fahrbahn in Entfernungen von 30—50 cm mit Querhölzern (Querrippen oder Streichhölzern) überlegt werden. Damit nun diese beim Betriebe nicht aus ihrer Lage verrückt werden können, so müssen sie etwas in den Boden eingelassen und an beiden Enden, und zwar an der bergab gekehrten Seite durch vorgeschlagene kleine Pflöcke befestigt werden. Zu den Querhölzern eignen sich halbrunde Buchenscheiter am besten.

Wird ein Weg im Sommer mit Schlitten und Gespann befahren, und findet das Abliefern langer Stammstücke statt, dann genügt es, wenn die Querhölzer für Klotzholzlieferung in Entfernungen von 2—3 m, für Langholzbringung in solchen von 3—6 m in die Fahrbahn gelegt werden. Die letzteren Querhölzer sollen eine Stärke von 25—30 cm haben, während für den Brennholztransport mit Menschenzug eine Stärke von 15 bis 25 cm genügt.

3. Zum Oberbaue müssen wir noch jene Anlagen rechnen, welche für die Ableitung der Niederschlagswässer bestimmt sind. Diesem Zwecke haben in erster Linie die Seitengräben, in zweiter die Wasseranschläge zu dienen. Den ersteren fällt die Aufgabe zu, das aus dem oberhalb der Wegtrace gelegenen Hange nach der Fahrbahn ziehende Wasser abzufangen, während die letzteren zunächst für die Ableitung der in der Fahrbahn sich sammelnden Wassermassen bestimmt sind. Die Ableitung geschieht entweder in die am Berghange sich hinziehenden Seitengräben oder über die thalwärts gekehrte Böschung des

Weges. Bei untergeordneten Anlagen genügt die Herstellung von Wasseranschlägen, während bei ständigen Bauten die Seitengräben nicht zu umgehen sein werden.

Die Wasseranschläge werden stets unter einem Winkel von 60—70° gegen die Richtung der Weglinie, und zwar mit einer Neigung entweder gegen die Seitengräben oder gegen die thalwärts gekehrte Böschung angelegt. Die Wasseranschläge sind entweder mit Steinen ausgepflasterte Rinnen, oder es wird eine derartige Abflußrinne aus zwei parallel in dem Boden versenkte und durch zwei oder drei Querhölzer miteinander verbundene Stangen hergestellt. Die in die Fahrbahn eingegrabenen und durch eine kleine Anschüttung gewonnenen Abflußrinnen empfehlen sich nicht, nachdem sie viel zu rasch verschlämmt und ausgefahren werden. Kleine Wassergerinne werden auch über die Fahrbahn in einem offenen und mit Steinen ausgepflasterten Rinnsale hinweggeleitet. Dies ist aber nur dann zulässig, wenn das Wasser keine festen Bestandtheile — Sand, Schotter — mit sich führt, weil sonst die Schale leicht ausgefüllt würde und das Wasser seinen Lauf längs der Fahrbahn nehmen könnte.

§. 55. Wegobjecte.

Objecte müssen auch bei den Schlagwegen angelegt werden, wenn es sich darum handelt, die in den Seitengräben angesammelten Wassermassen unschädlich unter der Fahrbahn des Weges abzuleiten, oder wenn die Weglinie über Wasserrinnen, Gräben oder Bäche geführt wird. Selbstverständlich sind Ueberbrückungen mit großer Spannweite bei Schlagwegen möglichst zu vermeiden, denn sie vertheuern die Anlage und den Betrieb.

Die erforderlichen Objecte lassen sich je nach ihren Dimensionen und dem dazu verwendeten Materiale untertheilen wie folgt:

Wasserdurchlässe:

a) aus Holz;
b) aus Stein.

Ueberbrückungen:

a) Brücken aus Holz:
   α) Brücken in Form von Thalsperren,
   β) Balkenbrücken,
   γ) Häng- oder Sprengwerke;
b) Brücken aus Holz und Stein;
c) Brücken aus Stein.

Die Brücken aus Stein werden bei Schlagwegen wohl niemals, oder doch nur höchst ausnahmsweise vorkommen, während Balkenbrücken mit hölzernen oder steinernen Brückenköpfen am häufigsten Anwendung finden dürften. Im Allgemeinen gilt auch hier der Grundsatz, daß Steinbauten den Herstellungen aus Holz vorzuziehen seien, wenn sonst das erforderliche Steinmaterial in der Nähe der Baustelle und in entsprechender Güte vorhanden ist.

Die Wasserdurchlässe.

Die Wassermassen der Seitengräben, dann die kleineren Wassergerinne werden durch gedeckte Wassercanäle oder Durchlässe unter der Fahrbahn des Weges abgeleitet. Ein

hölzerner Durchlaß (Fig. 40) besteht zunächst in einer Grunddielung aus Stangenstücken, die senkrecht auf den Wasserlauf zu legen sind; hierauf kommen die aus aufeinander gelegten Holzstücken hergestellten parallelen Seitenwände und als Deckung einige Querhölzer, die gleichzeitig der hölzernen Fahrbahn als Unterlage dienen sollen. Die Seitenwände des Durchlasses werden durch entsprechend lange Hölzer (Zangen) mit dem Wegkörper verbunden.

Bei einem steinernen Durchlaß wird der Grund gepflastert und die Wände aus Trockenmauern hergestellt. Hinreichend große Steinplatten bilden die Decke des Durchlasses; dieselben ruhen auf den parallelen Seitenmauern und werden mit Rasenstücken oder Nadelholzästen und sodann mit Erdreich bis zum Niveau der Fahrbahn bedeckt.

Ueberbrückungen.

Sollen tief eingeschnittene Gräben, deren Hänge überdies alle Bedingungen der Bewegung in sich bergen, überbrückt werden, so ist der Bau dauerhafter Brückenköpfe eine schwer zu lösende Aufgabe. Unter solchen Voraussetzungen ist es zweckmäßiger, die Ueberbrückung in Form einer Thalsperre herzustellen und die Krone der letzteren als Fahrbahn zu benützen. Damit wird zudem eine Sicherung und Festigung der Grabensohle und der damit zusammenhängenden seitlichen Begrenzungen erzielt und entfällt gleichzeitig der schwierige und unsichere Bau der Brückenköpfe. In der Richtung der Weglinie wird über den betreffenden Graben eine einfache Balkenwand bis zur Höhe der Fahrbahn hergestellt und der Raum dahinter mit dem Geschiebe des Grabens gefüllt. Zur Festigung der Wand dienen Querhölzer von gehöriger Länge, welche in die Anschüttung gebettet und mit ihren Köpfen in die Balkenwand eingelassen sind. Die Krone dieser Sperre wird sodann schalenförmig abgepflastert oder mit Holzstücken überdielt und das Wasser des Grabens darüber geleitet.

Bezüglich der weiteren Brückenformen, die nur bei jenen ständigen Schlagwegen zur Anwendung gelangen dürften, auf denen der Holztransport mittelst Zugthieren statthaben soll, verweisen wir auf ein späteres Capitel über den Brückenbau bei Waldstraßen, nachdem hier wie dort die gleichen Constructionen zur Anwendung kommen.

§. 56. Die Erhaltung der Schlagwege.

Zu den diesfälligen Erhaltungsarbeiten sind zu rechnen:

1. Die Erhaltung der vorkommenden Seitengräben und Wasseranschläge.

Für die Erhaltung der Schlagwege sind zunächst solche Arbeiten von Bedeutung, welche auf die Instandhaltung jener Vorkehrungen hinzielen, denen die Ableitung der Tagwässer zufällt. Es ist daher die unausgesetzte Reinigung der vorhandenen Seitengerinne, Wasseranschläge und Wasserdurchlässe von dem darin liegen gebliebenen Geschiebe oder Erd- und Schneemassen, dann deren rechtzeitige Oeffnung bei anhaltendem Regenwetter eine der wesentlichsten Bedingungen, um die Fahrbahn und damit die ganze Anlage fort und fort in einem guten Zustande zu erhalten. Indeß genügt es nicht immer, die bestehenden Vorkehrungen zum Zwecke der Wasserableitung zu erhalten, es müssen oft noch weitere Anlagen in obiger Richtung hergestellt werden, sobald sich dies mit der Zeit als nothwendig herausstellen sollte.

2. Auf jenen Schlagwegen, die im Sommer mit Karren befahren werden, sind die entstandenen Geleise mit Kies, kleinen Steinen oder in Ermanglung eines derartigen Materiales mit Erde auszufüllen.

3. Die vorhandenen Verwerkungen von Holz und Stein und nicht minder die allfälligen Ueberbrückungen sind fortgesetzt in einem guten baulichen Zustande zu erhalten und schadhafte Hölzer bei Zeiten auszuwechseln, damit nicht durch eine solche Unterlassung größere Schäden entstehen oder nachtheilige Betriebsstörungen eintreten.

§. 57. Die Vor- und Nachtheile der Schlagwege für Menschen- und Zugkraft.

Die Vortheile der Schlagwege für den Handtransport gegenüber den Erdgefährten oder den Holz- und Wegriesen lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Gestatten die Zugwege die sorgfältigste Ausnützung der Forste, da mit einem Handschlitten oder Handkarren selbst die geringsten Hölzer aus den Schlägen der möglichen Verwerthung zugeführt werden können.

2. Ist auch aus dem gleichen Grunde die Ausführung von Durchforstungs- und Läuterungshieben selbst in den entlegensten Gebirgsforsten zulässig, wodurch dem Forstwirthe des Hochgebirges gleichzeitig die Möglichkeit erschlossen wird, jene so anerkannt vortheilhaften Wirthschaftsmaßnahmen in den weniger zugänglichen Forsten einzuführen, wenn ihm sonst ein entsprechend ausgedehntes Netz von Schlagwegen zur Verfügung steht.

3. Ist es eine bekannte Thatsache, daß namentlich im Hochgebirge die Aufforstung auf natürlichem Wege, wodurch so manche Nachtheile der zahlreichen Servitutslasten minder fühlbar gemacht werden könnten, mit großen Schwierigkeiten, und zwar lediglich mit solchen zu kämpfen hat, die aus dem zweckmäßigen Ausbringen der Hölzer entstehen.

Vom Standpunkte der Wald- und Bodenerhaltung aus soll im Hochgebirge in den obersten Waldsäumen, oder wo sonst die Verhältnisse eine unausgesetzte Beschirmung des Bodens erheischen, endlich dort, wo es das Wesen der Einforstungen erfordert, statt des Kahlschlagbetriebes der Plenterbetrieb, d. i. jene Betriebsart eingeführt werden, durch deren Anwendung man allmälig dahin gelangt, daß auf einer bestimmten Fläche sämmtliche Altersclassen in entsprechender gleichmäßiger räumlicher Vertheilung vorkommen. Verjüngungs- und Plenterhiebe sind nur in dem gewünschten Maße und in einer wirthschaftlich zweckentsprechenden Weise auszuführen, wenn die betreffenden Flächen von einem Netze von Schlagwegen durchzogen sind, die ein stammweises Ausbringen des Holzes gestatten, während Erdgefährte wegen Beschädigung des stehen bleibenden Holzes, Weg- und Holzriesen aber wegen des kostspieligen Zuschaffens so zerstreuter Hölzer den gewünschten Ersatz nicht zu gewähren vermögen.

4. Werden die Schlagwege mit einem festen und dauerhaften Unterbau versehen, so können dieselben auch ohne Schnee, somit zu allen Jahreszeiten zur Ablieferung der Forstproducte benützt werden. Erfahrungsgemäß gestatten zweckdienlich angelegte und ausgebaute Schlagwege auf leichten Handwagen nahezu die gleiche Ladung, welche sonst ein Holzknecht auf einer Schneebahn mittelst des Schlittens fortzuschaffen vermag. Derartige Wege bieten dann die gleichen Vorzüge wie die Wegriesen mit Sommerbetrieb und empfehlen sich darum ganz besonders für jene Oertlichkeiten, in denen auf eine alljährliche und gehörig lang andauernde Schneebahn mit Sicherheit nicht zu rechnen ist.

Die erhöhten Anlagekosten, welche man hiedurch unbestritten hervorruft, werden sich gewiß einbringen lassen:

a) durch den verminderten Erhaltungsaufwand;

b) durch den Umstand, daß sodann Hölzer in den Schlägen nicht noch einen Sommer weiters liegen bleiben müssen;

c) durch die günstigeren Verkaufsergebnisse, da beispielsweise Schnitthölzer, deren Ausbringung noch vor dem Eintritte des Winters erfolgen kann, ein gesuchteres und besser gezahltes Schnittmaterial geben;

d) durch die Möglichkeit, einen momentanen Bedarf an Nutzhölzern, in welchem Falle gewöhnlich höhere Preise willig bezahlt werden, befriedigen zu können, endlich

e) durch die Möglichkeit, gewisse Hölzer, deren Veräußerung nur dann zu erzielen ist, wenn sie sofort nach ihrer Gewinnung aus dem Schlage abgeführt werden können, einer Verwerthung zuzuführen.

5. Gewähren die Schlagwege, besonders unter gewissen Voraussetzungen, den bedeutenden Vortheil, daß die abgelieferten Hölzer keiner Beschädigung ausgesetzt sind und daher weder an ihrer Quantität noch Qualität irgend welche Einbuße zu erleiden haben.

6. Wird bei einer kunstgerechten Anlage der Schlagwege diesen in den Krümmungen die zweckdienliche Breite gegeben, so lassen sich viele Schleuderbäume oder anderweitige Abweisvorkehrungen ersparen, und ist daher dieser Umstand für jene Lagen, wo das Holz bereits einen namhaften Werth besitzt, nicht ohne wesentlichen Einfluß auf die Höhe der jährlichen Erhaltungskosten.

7. Lassen sich die Schlagwege, wenn ihnen ein entsprechendes Gefälle und den vorhandenen Curven ein zureichender Krümmungshalbmesser gegeben wird, wie dies bereits bei den Wegriesen hervorgehoben wurde, auch für das selbstthätige Gleiten langer und schwerer Hölzer benützen, deren Abbringung mittelst Schlitten oder Karren einen namhaften Arbeitsaufwand erheischen würde.

8. Behalten zweckmäßig und solid angelegte Schlagwege für die Wirthschaft im Allgemeinen einen bleibenden Werth, wenn deren Erhaltung nicht vernachlässigt wird, d. h. wenn entstandene Schäden sofort beseitigt werden, wo sie dann mit einem geringen Leistungsaufwande in einem dauernd fahrbaren Zustand erhalten werden können.

9. Auf zweckmäßig und kunstgerecht angelegten Schlagwegen wird der Lieferaufwand in engen Grenzen schwanken und sich gewiß nicht unverhältnißmäßig höher stellen als jener, den das Abbringen der Hölzer durch selbstthätiges Gleiten in Erdgefährten oder Rieswerken erfordert, wenn alle Momente, wie beispielsweise die Entwerthung des beim Bringungsmittel verwendeten Holzes, der Quantitäts- und Qualitätsverlust u. dgl. mit ihrem thatsächlichen Werthe in die Calculation einbezogen werden.

10. Die Schlagwege geben uns die Mittel in die Hand, die zahlreichen Beschädigungen an unseren Gebirgsböden, den Gräben und Beständen gänzlich zu vermeiden, welche durch die Abbringung der Hölzer auf Erdgefährten und Wegriesen in mehr oder minder großem Umfange angerichtet werden.

Diese wenigen, für eine geordnete und regelmäßige Wirthschaft aber immerhin bedeutungsvollen Vortheile der Schlagwege führen zu der Schlußfolgerung, daß die Anlage eines entsprechenden Wegnetzes — Schlagwege in günstiger Verbindung mit Haupt- und Nebenstraßen — unbestreitbar einen großen Nutzen gewähren muß. Die gut und zweckmäßig angelegten Schlagwege und Waldstraßen sind namentlich für das Hochgebirge von hervorragender Bedeutung; denn sie führen zu einer intensiveren Ausnützung und sorgfältigeren Bewirthschaftung unserer Gebirgswaldungen, wodurch wieder eine nicht unbedeutende Erhöhung des Material- und Geldertrages erzielt werden kann. Damit wird gleichzeitig das für die Wegnetzanlage erforderliche Capital in einer entsprechenden Weise verzinst und den primitiven Bringungsmitteln mit ihren scheinbar günstigen Leistungsergebnissen immer mehr und mehr der Boden abgerungen.

Als Nachtheile könnte man bei jenen Schlagwegen, auf welchen die Holzabbringung durch Menschenkraft erfolgen soll, und zwar gegenüber den Anstalten mit selbstthätiger Holzbringung allenfalls hervorheben:

1. das Erforderniß einer größeren Anzahl von kräftigen und gewandten Arbeitern, die bei dem Ausbringen großer Holzmassen und in schwach bevölkerten Gebirgsthälern oft schwer aufzubringen ist;

2. den erhöhten Bringungsaufwand, d. h. die verhältnißmäßig größeren Lieferungskosten;

3. bei Schlittwegen die Abhängigkeit von der Witterung;

4. den Umstand, daß die Schlagwege für den Handtransport die Auslieferung von Langhölzern nur bis zu gewissen Grenzen gestatten, wenn nicht der Aufwand der Ausbringung in's Unverhältnißmäßige gesteigert werden soll, und

5. die Nothwendigkeit eines größeren Anlagecapitales, namentlich im Falle, als die Schlagwege sowohl für den Handtransport, als auch für die Ausbringung unter Anwendung von Zugthieren geeignet sein sollen.

§. 58. Darstellung jener Momente, welche den Betrieb auf Schlagen beeinflussen.

Der Leistungsaufwand, der bei dem Abliefern der unterschiedlichen Hölzer auf Schlagwegen mittelst Schlitten und Menschenhand erzielt werden kann, wird in ähnlicher Weise wie das Abbringen der Hölzer in Erdgefährten, auf Holz-, Weg- und Drahtriesen von einer Anzahl maßgebender Factoren beeinflußt und unterliegt daher gleichfalls größeren Schwankungen, die, ziffermäßig ausgedrückt, den thatsächlichen Aufwand, wie er sich unter den verschiedenen Verhältnissen herausstellen wird, einschließen werden. Diese bestimmenden Verhältnisse zu kennen, ist wichtig, weil nur dann auf ein günstiges Lieferergebniß mit Sicherheit zu rechnen ist, wenn sowohl bei der Anlage, als auch bei der Arbeitsvergebung diesen Umständen, die ja oft rein localer Natur sein können, gebührende Beachtung entgegengebracht wird. Kleine Reconstructionen an bestehenden Weganlagen, die richtige Wahl der Lieferzeit, die entsprechende Vertheilung und Anleitung der Arbeitsmannschaft, endlich die Benützung der besten Transportmittel müssen, von noch anderen Momenten abgesehen, zu dem vorgesteckten Ziele — einer guten, schnellen und billigen Auslieferung der Hölzer — führen, wenn sie eben im wohlverstandenen Interesse gewürdigt und ausgenützt werden.

Die auf den Lieferbetrieb einflußnehmenden Factoren sind:

1. Die mehr minder zweckmäßige Anlage des Schlitt- oder Schlagweges im Allgemeinen.

Die Anlage eines Schlittweges kann man im Allgemeinen als eine zweckmäßige bezeichnen, wenn nicht allein die Richtung oder der Verlauf des Weges den jeweiligen Terrainverhältnissen entspricht, sondern wenn damit gleichzeitig auch dem Wirthschaftsbetriebe in jeder Richtung gehörig Rechnung getragen wird und die Wege in einer günstigen Lage zu den einzelnen Aufbereitungsplätzen sich vorfinden. Je länger ein Schlagweg — selbstverständlich hat auch das seine Grenzen — geführt werden kann, je ausgedehntere Waldstrecken er nämlich durchzieht und je größere und werthvollere Hölzer auf ihm zur Abbringung gelangen können, um so günstiger und zweckmäßiger ist dessen

Anlage, um so größer sein wirthschaftlicher Werth, und es wird unter solchen Verhältnissen eine große Sorgfalt beim Ausbaue desselben nur im wohlverstandenen Interesse des Erfolges gelegen sein.

2. Die Festigkeit und Dauerhaftigkeit der Weganlage überhaupt.

Bei den ständigen Schlagwegen, ja selbst bei solchen von einer mehr untergeordneten Bedeutung, sind alle nothwendigen Objecte, als: Ueberbrückungen, Abzugscanäle, sowie Ueberbauungen von Terraineinschnitten durch Anschüttungen, Böschungs- und Widerlagsmauern möglichst solid und dauerhaft auszuführen, weil ein Einsturz oder eine sonstige umfangreiche Beschädigung eines dieser Bauobjecte während des Lieferbetriebes im Winter große Störungen hervorrufen könnte. Der Neubau einer Mauer, einer Brücke, die Erneuerung einer abgerutschten Anschüttung im Winter bei tiefem Schnee erfordert viel Zeit und Mühe und kann hiedurch die Benützung des Weges für lange Zeit in Frage gestellt werden, was auf den allgemeinen Leistungsaufwand von großem nachtheiligen Einflusse wäre, namentlich wenn derartige Betriebsstörungen in die beste Lieferzeit fallen sollten.

Die Schlagwege für den Winterbetrieb sind daher mit Rücksicht auf eine möglichst ungestörte Abbringung der Hölzer vor dem Beginne der Lieferung, d. i. im Herbste, einer genauen Revision zu unterziehen, damit alle Schäden und gefahrdrohenden Stellen beseitigt und noch rechtzeitig in Stand gesetzt werden können, d. h. auf die Betriebsinstandsetzung ist eine gehörige Sorgfalt aufzuwenden.

3. Die Beschaffenheit der Fahrbahn.

Die Beschaffenheit der Fahrbahn bedingt bekanntlich die Größe der Reibung und diese wieder jene Last, welche mit dem betreffenden Verkehrsmittel — in diesem Falle der Handschlitten — befördert werden kann. Bezeichnen wir die erforderliche Zugkraft mit P, die zu liefernde Last mit Q und den Reibungscoefficienten mit f, so ist die erforderliche Zugkraft, wobei die anfänglich wirksame Adhäsionskraft unberücksichtigt bleibt,

a) auf horizontaler Bahn: $P = f\,Q$,

b) auf geneigter Bahn bei einer Fortbewegung im Gefälle, wenn α der Neigungswinkel ist: $P = f\,Q\cos\alpha - Q\sin\alpha = Q\,(f\cos\alpha - \sin\alpha)$.

Für den Zustand des Gleichgewichtes ist nach dem Gesetze der gleitenden Bewegung auf einer schiefen Ebene die Bedingungsgleichung $f \,.\, Q \,.\, \cos\alpha = Q\sin\alpha$ und $f = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \text{tang}\,\alpha$. Wird dagegen die Neigung einer Schlittbahn so groß, daß die Tangente des Neigungswinkels den Reibungscoefficienten übersteigt, so wird der Schlitten in Folge der eigenen relativen Schwere getrieben, d. h. es kommt derselbe unter solchen Neigungsverhältnissen in ein selbstthätiges Gleiten.

Der Reibungscoefficient beträgt für einen Schlitten auf einer horizontalen

a) glatten Stein- oder Holzbahn mit ungeschmierten Kufen aus weichem Holz 0·380
mit ungeschmierten Kufen aus Eichenholz . . . . . 0·250
mit geschmierten Kufen unter Verwendung trockener Seife . . . . . 0·150
" " " " " von Talg . . . . . 0·070

b) auf einer Schneebahn mit gewöhnlichen Schlitten . . . . . 0·035

c) auf einer Eisbahn mit Schlitten, deren Kufen mit Stahl beschlagen sind . . . 0·020

Wenn man die vorstehenden Werthe der Reibungscoefficienten für die verschiedenen Verhältnisse in die obige Formel einführt und den hiezu entsprechenden Winkel sucht, so ergibt sich, daß ein beladener Schlitten in selbstthätiges Gleiten kommt

a) auf einer glatten, ungeschmierten Holzbahn, d. i. auf einem Schmierwege bei dem Gefälle von 21° oder 38%;

b) wenn die Kufen des Schlittens mit trockener Seife geschmiert werden, bei einem Gefälle von 8° 41′ oder 15%, und wenn als Schmiere Talg angewendet wird, schon bei einer Neigung von 4° oder 7%;

c) auf einer guten Schnee- oder Eisbahn bei einem Gefälle von 1—2° oder 2—3%.

Auf stark geneigten Schneebahnen muß daher die Reibung vermehrt werden, d. h. es wird an steilen Stellen der Bahn Erde eingeworfen oder dem Schlitten eine Anzahl von Gebünden aus Holz angehängt, damit derselbe durch den Arbeiter in der entsprechenden Geschwindigkeit noch erhalten werden kann. Eine glatte Bahn gestattet daher einerseits eine stärkere Beladung der Schlitten oder das Anhängen einer größeren Anzahl von Gebünden behufs Vermehrung der Reibung, d. h. den Transport größerer Lasten, andererseits aber auch eine erhöhte Fahrgeschwindigkeit der Schlitten. Der Leistungserfolg wird, wie es auch die Erfahrung lehrt, von der Güte und Beschaffenheit der jeweiligen Fahrbahn in einem hohen Grade beeinflußt.

4. Das Gefälle des Weges.

Auf den durchschnittlichen Leistungsaufwand haben die Gefällsverhältnisse eines Zugweges einen bedeutenden, ja vielleicht den schwerwiegendsten Einfluß; denn von dem Durchschnittsgefälle und der Art seiner Vertheilung hängt es ab, ob der Holzrücker die auf dem Ladeplatz aufgenommene Ladung die ganze Fahrstrecke hindurch beibehalten kann, d. h. ob er mit einer vollen Ladung oder nur mit einem theilweise beladenen Schlitten den Zugweg zu benützen vermag. Schlittwege, deren Durchschnittsgefälle 20% übersteigt, sind zwar kurz und in ihrer ersten Anlage billig herzustellen; desgleichen ist auch der auf derart steilen Schlagwegen erzielte Leistungsaufwand mitunter ein günstigerer, weil der Holzrücker an seinen Schlitten behufs Verzögerung des raschen Ganges größere Bündel von Holz anhängen muß. Indeß empfiehlt sich ein so großes Gefälle nicht, weil sowohl bei dem Niedergleiten, als auch bei dem Aufwärtsschaffen des Schlittens der Holzrücker einen seiner Gesundheit abträglichen Kraftaufwand machen muß. Am ungünstigsten gestaltet sich der Arbeitsaufwand, wenn innerhalb eines Schlagweges der Holzzieher die Ladung, wenn auch nur auf ganz kurze Strecken, bergan zu ziehen gezwungen ist. Starkes Gefälle und Gegengefälle sind daher zu vermeiden. Von den Gefällsverhältnissen wird auch weiters die Fahrgeschwindigkeit und jener Zeitaufwand bedingt, der zum Rücktransport der Schlitten und Karren erforderlich ist. Erfahrungsgemäß ist auf guten Schneebahnen die mittlere Geschwindigkeit, mit der die beladenen Schlitten unter dem Gefälle von 7—15% niedergleiten, 0·7—2·5 m per Secunde.

Das Aufwärtsziehen oder Tragen der leeren Schlitten erfolgt nach Maßgabe des Durchschnittsgefälles mit:

0·64—0·83 m	per Secunde bei dem Gefälle von	5— 8%
0·50—0·55 „	„ „ „ „ „ „ „	9—12 „
0·33—0·46 „	„ „ „ „ „ „ „	13—16 „
0·25—0·31 „	„ „ „ „ „ „ „	17—20 „

5. Die Länge der Lieferstrecke.

Der Arbeitsaufwand stellt sich auf kürzeren Strecken wegen des zeitraubenden Auf- und Abladens der Hölzer verhältnißmäßig ungünstiger, als auf Schlittwegen von größerer Längenausdehnung. Insbesondere aber tritt die Länge eines Schlittweges in den Vordergrund, wenn es sich um Wege von sehr großer Ausdehnung handelt, wo dann in Erwägung zu ziehen kommt, ob die Ablieferung nicht mit Zugvieh billiger zu bewerkstelligen wäre, natürlich immer unter der Voraussetzung, daß der betreffende Weg auch hiefür die gehörige Eignung besitze. Der Leistungsaufwand oder die Anzahl der täglichen Fahrten stellt sich erfahrungsgemäß bei dem Ziehen der Hölzer mit Handschlitten im Gebirge, und zwar mit Rücksicht auf die Art des Holzes und dessen Dimensionen, ferner auf die Form und Art der gebräuchlichen Schlitten und die Weglänge unter der Voraussetzung eines Durchschnittsgefälles von 8—15% und einer zehnstündigen Arbeitsdauer wie folgt:

Bei Benützung eines Halbschlittens oder eines langen Handschlittens vermögen mittlere Arbeiter bei dem Abliefern von 1—2 m langem Brennholze, und zwar bei einer Weglänge von

100 m	mit dem	langen	Handschlitten	28,	mit dem	Halbschlitten	16	Fahrten
200	„	„	„	„	„	24,	„	„	„	14	„
300	„	„	„	„	„	22,	„	„	„	13	„
400	„	„	„	„	„	19,	„	„	„	12	„
500	„	„	„	„	„	18,	„	„	„	11	„
600	„	„	„	„	„	16,	„	„	„	10	„
700	„	„	„	„	„	14,	„	„	„	9	„
800	„	„	„	„	„	12,	„	„	„	8	„
900	„	„	„	„	„	10,	„	„	„	7	„
1000	„	„	„	„	„	10,	„	„	„	7	„
1100	„	„	„	„	„	9,	„	„	„	6	„
1200	„	„	„	„	„	9,	„	„	„	5	„
1300	„	„	„	„	„	9,	„	„	„	5	„
1400	„	„	„	„	„	8,	„	„	„	5	„
1500	„	„	„	„	„	7,	„	„	„	4	„
1500—2000	„	„	„	„	„	6,	„	„	„	3	„
2000—3000	„	„	„	„	„	5,	„	„	„	—	„

per Tag zurückzulegen.

Von Bedeutung für das mehr oder minder günstige Betriebsergebniß bleibt eine möglichst genaue Ermittlung jener zulässigen Weglänge, bis zu welcher der Handbetrieb der Holzbringung mit Zugthieren vorzuziehen ist. Diese Ermittlung sollte bei keiner größeren Holzlieferung auf längeren Wegstrecken unterbleiben, und kämen hiebei alle localen Verhältnisse, soweit solche den Transport auf die eine oder die andere Art beeinflussen können, gebührend zu berücksichtigen.

Kommen Schlagwege von bedeutender Länge für den Holztransport aus mehrfachen Gründen in Verwendung, dann ist es besser, den Zug in zwei oder auch mehrere Theile (Sectionen) zu zerlegen. Nur müssen dann an den entsprechenden Theilungspunkten ausreichende Lagerplätze hergestellt werden, damit das erneuerte Ent- und Verladen der Hölzer ohne eine Behinderung des Betriebes vorgenommen werden kann. Das wiederholte Auf- und Abladen erhöht selbstverständlich den Gesammtaufwand, es kann sich aber das Verhältniß noch immer günstiger stellen, als wenn ein sehr langer Zugweg von einem und demselben Holzzieher befahren werden soll. Wo es angeht, können auch Handschlitten in einer größeren Anzahl zur Verwendung gebracht werden, wo dann nur die

Arbeitermannschaft, nicht aber auch die Schlitten gewechselt werden. Damit entfiele das wiederholte Auf- und Abladen; dagegen erfordert aber eine derart combinirte Abbringung eine umsichtige Leitung und strenge Einhaltung der vorgeschriebenen Arbeitsordnung.

6. Die Situation und das Querprofil des Weges.

Der Schlagweg soll thunlichst bis in die Thalsohle ohne Unterbrechung führen. Die Einschaltung von kurzen Erdgefährten oder Holzriesen zum Zwecke der Umgehung kostspieliger Kehren empfiehlt sich nicht, weil damit der erforderliche Arbeitsaufwand bei dem Betriebe wesentlich gesteigert wird. Die nothwendigen Curven und Kehren müssen mit Rücksicht auf die Länge der abzubringenden Hölzer einen zweckentsprechenden Durchmesser erhalten. Bei der Lieferung des 2 m langen Brennholzes genügt ein Radius von 4—5 m. Terraineinschnitte oder sogenannte Hohlwege sind möglichst zu vermeiden, weil das Offenhalten derselben im Winter viel Zeit und Mühe erfordert.

7. Die Witterungsverhältnisse während des Betriebes des Schlittenzuges.

Die Witterungsverhältnisse können den Holztransport im Winter wesentlich verzögern, aber auch befördern; denn bekanntermeise spielt die Beschaffenheit der jeweiligen Schlittenbahn eine wichtige Rolle und beeinflußt im hohen Grade den erzielbaren Leistungsaufwand. Mächtige und anhaltende Schneefälle oder Mangel an Schnee, der sich besonders auf rauhen und steinigen Wegen empfindlich äußern kann, werden den Arbeitsaufwand bedeutend erhöhen. In einem milden Winter sind die Fälle nicht selten, daß trotz aller Mühe Hölzer im Walde zurückbleiben und auf diese Weise Störungen im regelmäßigen Verlaufe der Wirthschaftsführung oder des gesammten Liefergeschäftes eintreten können. Je glatter eine Bahn, d. i. je kleiner der Reibungscoefficient wird, je größere Ladungen ein Holzzieher aufzunehmen vermag und je weniger Arbeit das Offenhalten der Schneebahn erheischt, um so günstiger wird sich der Leistungsaufwand bei dem Ziehen der Hölzer mit dem Schlitten gestalten.

Im österreichisch-steiermärkischen Salzkammergut entfallen von dem gesammten Arbeitsaufwande bei dem Ziehen mit Schlitten, und zwar beim Abliefern von 2 m langen Drehlingen, auf langen Hand- und Halbschlitten und bei dem Ziehen von 6 m langen Brenn- und Nutzholzstücken auf die nachbenannten Einzelnleistungen, als: Offenhalten der Wegbahn, Herrichtung der Zugänge, Auf- und Abladen, Schlittenziehen und Erhaltung der Schlitten, die in der Tabelle XV verzeichneten Percentantheile. Unter der Herstellung der Wege sind einerseits das Belegen der Ziehwege mit Schleuderbäumen und kleine Reparaturarbeiten im Herbste, die gewöhnlich von Accordanten zur Ausführung übernommen werden, andererseits die Erhaltung der Wege und der kleineren Objecte während des Lieferbetriebes verstanden. Das Abladen der Brennholzstücke erfolgt gewöhnlich durch das einfache Stürzen der Schlitten oder durch das Oeffnen der Haltketten. Da nun diese Manipulation eine verhältnißmäßig geringe Zeit in Anspruch nimmt, so unterblieb die Veranschlagung des hiefür erforderlichen Arbeitsaufwandes.

Nicht unerheblich ist dagegen jener Arbeitsaufwand, den das Ausschaufeln der Holzzaine und Blochholzhaufen erfordert, und er kann bei einer 2 m tiefen Schneeschichte per Quadratmeter Zainfläche bis 0·03 Tagschicht erreichen, ja besagtes Ausmaß sogar noch übersteigen, wenn der Schnee gefroren ist oder sich stark gesetzt hat.

Wenn Hölzer mittelst Schlitten im Sommer oder Herbste auf den sogenannten Schmierwegen gezogen werden, dann ist ein nasses Wetter oder leichter Frost, beziehungs-

weise eine Beeisung der Quer- und Streichhölzer in der Gleitbahn dem Betriebsergebnisse förderlich.

8. Die Schwere des abzuliefernden Holzes.

Die harten oder frisch gewonnenen Hölzer gestatten in Folge ihres größeren Gewichtes nicht so große Ladungen als weiches und lufttrockenes Holz und erheischen dementsprechend einen größeren Arbeitsaufwand. Der verminderte Leistungsaufwand bei frisch aufbereitetem oder ausschließlich hartem Holze kann erfahrungsgemäß mit 25—30% veranschlagt werden. Es empfehlen sich demnach alle Maßnahmen, die das Austrocknen im Walde fördern können, z. B. das Entrinden, Aufspalten, das längere Lagern an Stellen, wo Luft und Sonne unbehindert auf die Hölzer einwirken können.

9. Form und Dimension der Hölzer.

Wenn die Hölzer im runden Zustande oder in längeren Stücken auf Handschlitten abgeführt werden sollen, so ist es nicht immer möglich, daß der Holzrücker bei einer jeden Fahrt eine gleiche, seiner Kraft entsprechende Ladung aufzunehmen vermag; es wird derselbe häufig unter der zulässig höchsten Ladung bleiben müssen, weil er ein Mehr nicht bewältigen könnte, während bei der Beschaffenheit des Holzes von einer entsprechenden Ausgleichung der einzelnen Ladungen nicht die Rede sein kann. Der Arbeitsaufwand bei dem Ziehen des Brennholzes mit Schlitten oder Karren wird sich daher günstiger gestalten, wenn dieses in Form von Scheitern und nicht in Rundholzstücken von 2—4 m Länge abgeliefert werden soll. Zum Theile wird dieses günstige Verhältniß bei dem Abbringen der Brennhölzer in Scheitform dadurch wieder aufgewogen, daß das Aufladen des schwachen Holzes einen größeren Zeitaufwand erheischt. Im Hochgebirge werden Oertlichkeiten genug anzutreffen sein, wo sich das Abbringen der Hölzer in längeren Stücken als vortheilhaft herausstellen kann, und wird es sodann Sache des Wirthschaftsführers sein, zu erwägen, welche Form und Dimension er den Brennhölzern in den verschiedenen Schlagörtern zu geben habe, um den günstigsten Lieferungsaufwand zu erzielen.

10. Form und Beschaffenheit der Schlitten und Karren.

Für den Handtransport der Hölzer bedient man sich vorwiegend der vielgestaltigen Handschlitten und nur in seltenen Fällen der ein- oder zweiräderigen Karren. Von den Handschlitten sind mit Rücksicht auf Form und Dimension die nachstehenden hervorzuheben:

a) Der lange Handschlitten (Fig. 41)* für den Brennholztransport im österreichisch-steiermärkischen Salzkammergute.

Derselbe besteht aus zwei 163 cm langen, 9 cm hohen und im Mittel 3·5 cm dicken, voran stark aufgebogenen Kufen, auf denen die vier Füße als Träger der Joche oder

---

* Die Anfertigung eines langen Handschlittens erfordert an Material:

1 große Buchenstange mit	0·15	fm³
2 kleine Buchenstangen „	0·10	„
1 Paar eiserne Schlittensohlen und 14 Stück Sohlennägel	3·5	kg
4 Paar Fersenbandel sammt 16 Fersenbandelnägeln 1 Paar Zugbänder mit 2 Stück Zugbändernägeln 2 Paar Oelbiringe mit 8 kleinen Stiften 5 Stück Schlittenstifte und 4 Stück Schiftnägel	1	kg
Erzeugung und Beibringung der 3 Stangen circa	1	Tag
Bearbeiten der Schlittenbestandtheile, Zusammensetzen und Beschlagen	3·5	Tage

Schemel befestigt sind. Die Spurweite beträgt 63 cm, die Entfernung der Schlittenhörner oben 40, unten 52 cm, während die 74 cm langen Jochhölzer auf 20 cm hohen Füßen ruhen. Ein eisenbeschlagener langer Handschlitten hat ein Gewicht von 18—22 kg und die dazu gehörigen fünf Anhängkeile, ein Ring, eine Sperrkette, eine Bund- oder Reitlkette und die Sperrtatzen wiegen 8—9 kg.

Die langen Handschlitten am Attersee in Oberösterreich (Hornschlitten), (Fig. 42) haben eine ähnliche Construction und unterscheiden sich nur in den einzelnen Dimensionen. Das Ladungsvermögen schwankt zwischen 0·5—1·0 rm³.

b) Der Halbschlitten (Fig. 43)* für den Klotzholztransport im österreichisch-steiermärkischen Salzkammergut.

Die Kufen sind 139 cm lang, unten 5, oben 3 cm breit, 9 cm hoch und haben die am Ende 3 cm starken Hörner oben 35 und unten 50 cm lichte Entfernung. Auf den Kufen sind die vier Stück 7 cm breiten und 19 cm hohen Füße befestigt, auf denen die 62 cm langen Querhölzer aufliegen. Die Spurweite ist 63 cm und die Entfernung der zwei Joche 22 cm.

Der Halbschlitten wird für den Transport des 6 m langen und nur ausnahmsweise auch für jenen des 2 m langen Holzes verwendet. Das Gewicht eines Halbschlittens schwankt zwischen 15 – 16 kg, während die dazugehörigen drei Klampfen, zwei Sperrketten, zwei Bundketten und die Sperrtatze 5 – 6 kg wiegen. Auf den Halbschlitten können ein bis zwei Stück 4—8 m lange Klötze geladen werden, die aber nur mit dem einen Ende auf dem Schlitten ruhen, während das andere am Boden nachschleift.

c) Der mährische Langschlitten (Fig. 44)**

für den Transport der Brennhölzer im aufbereiteten Zustande unterscheidet sich zunächst von den übrigen Constructionen in der Weise, daß die zwei Joche oder Pölster nicht auf Füßen ruhen, sondern unmittelbar auf den starken Kufen befestigt sind, und daß zwischen den verhältnißmäßig schwach gekrümmten Schlittenkufen eine Deichsel angebracht ist.

Die einzelnen Dimensionen sind:

Kufenlänge	221 cm
Deichsellänge	205 „
Entfernung vom Kufenende bis zum rückwärtigen Polsterholze	34·2 „
Entfernung der zwei Polsterhölzer	81·6 „
Länge zwischen dem vorderen Polster und der Kufenverbindung	71·1 „
Spurweite	42—45 „

* Die Anfertigung eines Halbschlittens erfordert:

1 große Buchenstange mit	0·20 fm³
2 kleine Buchenstangen „	0·10 „
1 Paar Schlittensohlen und 14 Sohlennägel	4 kg
4 Paar Fersenbandel mit 16 Stück Fersenbandelnägeln 1 Paar Zugbänder mit 2 Zugbändernägeln 1 Paar einfache und 1 Paar große Oelblringe sammt Stiften 4 große Schlittenstifte und 4 kleine und 4 Schiftnägel	1·3 kg
Zubringen des Holzes	1 Tag
Anfertigen des Schlittens	2·5 „
Beschlagen „ „	2·5 „

** „Oesterreichische Monatsschrift," VII. Band, 1. Heft, p. 317: „Das Ziehen und Schleppschlitteln des Brennholzes im mährischen Gebirge," von J. Wessely.

Spurweite am vordersten Kufenbande	40	cm
Kufenbreite	13—16	„
Kufenhöhe	4	„
Polsterstärke	5·3	„

Zum Fortbewegen des Schlittens dient dem Rücker nebst der Deichsel ein 110 cm langer Achselgurt und ein 284 cm langer Strick, während zum Festigen und Zusammenhalten der Ladung eine 1 m lange Kette und ein 4 m langes Seil benützt wird. Der Langschlitten wird auf Schlagwegen bis 15° oder 27% Gefälle verwendet und faßt eine Ladung von 0·5—0·6 rm³.

d) Der mährische Schleppschlitten (Fig. 45)

tritt in Verwendung, wenn das Gefälle der Schlagwege 30% überschreitet. Das beste Gefälle für diesen Schlitten sind 20—25° oder 36—46%.

Die Kufen haben eine Länge von	87	cm
„ „ „ „ Stärke „	7·9	„
„ „ „ „ Breite, und zwar vorne von	7·9	„
„ „ „ „ „ „ „ rückwärts von	10·5	„
Die Spurweite ist	60·5	„
die Länge der Deichsel	205	„
und jene der Rungen oder seitlichen Stützen zum Festhalten der Ladung	105	„

Auf den Kufen ist nur ein auf vier Füßen stehendes Joch oder Polsterholz befestigt, während die Kufenhörner kurz vor ihrem oberen Ende durch ein Querholz untereinander verbunden sind. Das Ladungsvermögen schwankt zwischen 0·7—1·4 rm³. Hier sind 0·3—0·6 rm³ auf den Schlitten unmittelbar aufgelegt, während der übrige Theil der Ladung in 1—5, im Mittel in 3 Gebünden nachgeschleppt und mit dem Schlitten nur durch Ketten verbunden wird. Der Schleppschlitten wiegt einschließlich der 3—6 Stück Ketten 11·2 kg.

e) Der steiermärkische Normalschlitten*

für den Transport von Brennholz in 2 m langen runden Stücken im Hochgebirge hat eine Gesammtlänge von 250 cm, eine Breite von 80 cm und drei Paar 20 cm hohe Joche, endlich 10 cm hohe Kufen. Die Entfernung zwischen zwei Jochen beträgt 60 cm und die parallel zu den Kufen auf die Joche befestigten zwei Spangen haben rückwärts eine Krümmung, deren Sehne 50 und deren Pfeilhöhe 13 cm mißt, während sie vorne mit den Hörnern verbunden sind.

Das Ladungsvermögen schwankt zwischen 1—1·8 rm³, während das Gewicht des Schlittens 22 kg beträgt.

f) Der Holzhauerschlitten in Sachsen-Gotha (Fig. 46)**

für den Brennholztransport unterscheidet sich von den bisher beschriebenen Constructionen in der Art, wie die zwei Pölster auf den Kufen befestigt sind. Das Polsterholz e ist in

---

* „Oesterreichische Monatsschrift," XXXII. Band, Jahrgang 1882, p. 353: „Ein Normalschlitten zur Holzbringung mittelst Menschenkraft," von L. Hampel.

** Supplement zur „Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung", 1861, 2. Heft, III. Band, p. 94: „Der Holzhauereibetrieb in den Dominialforsten des Herzogthums Sachsen-Gotha."

der Mitte eingeschnürt, verbreitert sich sodann beiderseits, während es gegen die Enden wieder an Breite abnimmt; es hat eine Länge von 68—73 cm, eine Stärke von 2—3 cm, eine Breite von 7—12 cm und ruht auf sechs Beinen, je drei auf einer Seite, auf den Kufen.

Die weiteren Dimensionen sind:

Länge der Schlittenkufen a	141	—171 cm
„ „ Schlittenhörner b		85 „
Stärke der Schlittenkufen	4·7—	6 „
Höhe „ „	9 —	14 „
Spurweite „ „	42 —	57 „

Schwebe c (ein Querholz, welches die Schlittenhörner verbindet) ist 7 cm breit und 2 cm stark. Die Schlittenbeine d sind 19—21 cm lang und 2·3—3·4 cm stark; es stehen deren je drei in Entfernungen von 9—10 cm neben einander und sind in die Kufen und Pölster eingebohrt, derart, daß nur 9—10 cm hervorragen. Die Schlittenlager g laufen parallel zu den Kufen und sind vermittelst hölzerner Stifte mit dem Polsterholze durch die Oeffnungen verbunden. Nachdem mehrere Oeffnungen, kreisrunde Löcher f, im Polsterholze vorhanden sind, so können die Schlittenlager nach Erforderniß verschoben werden. Die Schlittenlager sind 162 cm lang, 7—8 cm breit und 3—6 cm hoch.

Die Rungen oder Spreizen h haben eine Höhe von 85 cm und eine Breite von 5—8 cm. An der rechten und linken Schlittenseite ist eine 169—226 cm lange Deichsel i entweder mittelst einer eisernen Nuth bei den Beinen und an den Hörnern befestigt oder in die Beine verkeilt und durch eine die Deichsel umfassende Schraube mit dem einen Schlittenhorn verschraubt.

g) Der Blochschlitten in Sachsen-Gotha.

Derselbe hat die Construction mit dem Holzhauerschlitten gemein, nur ist er in seinen Dimensionen stärker gehalten. Die Länge desselben schwankt zwischen 2·83—3·40 m. Die Kufen werden durch drei Pölster oder Joche untereinander verbunden. Das Ladungsvermögen beträgt 3—6 Stück 4—5·7 m lange Klötze.

h) Der Innviertler Handschlitten (Fig. 47)

wird nur zur Abbringung von Brennhölzern im aufbereiteten Zustande (Scheiter, Prügel, Aeste), und zwar vorwiegend im Gebiete der oberen Donau verwendet. Der Schlitten besteht aus zwei 10 cm hohen und 3 cm starken Kufen, die untereinander durch drei 6 cm breite und 40 cm lange Querhölzer verbunden sind. An den Kufen werden Sohlen a je nach Bedarf aus hartem oder weichem Holze mittelst Holzstifte befestigt. Natürlich können diese Schienen ohne Schwierigkeit selbst während des Betriebes ausgewechselt und durch neue ersetzt werden. Die harten Sohlen — für eine Sommerbahn — werden 8 cm, die weichen — für die Winterbahn — 15 cm breit gemacht. Die durchschnittliche Ladung schwankt per Schlitten zwischen 0·5—0·7 rm³.

i) Der Baumschlitten (Fig. 48)

dient für den Transport von Langholz mittelst Zugthiere und ist in seinem Baue dem Halbschlitten ähnlich und nur in den einzelnen Dimensionen entsprechend stärker gehalten.

k) Der Handschlitten des Böhmerwaldes *

gestattet eine Ladung per Fahrt von 3—4 rm³ und hat bei großer Festigkeit ein verhältnißmäßig geringes Gewicht, wodurch der Rücktransport wesentlich erleichtert wird. **

Von Karren sind zwei- und vierrädrige in Verwendung; endlich wird noch beim Zusammenbringen der schwachen Brennhölzer aus einem Jungwuchse — Läuterungen — der Schiebekarren oder Schiebebock mit einem Rade verwendet. Die Radhöhe der Karren schwankt zwischen 1·6—1·75 m und soll um so größer sein, je schlechter und holperiger die Wege sind, nachdem bekanntlich der Reibungswiderstand im umgekehrten Verhältnisse der Wurzel aus dem Radhalbmesser vermindert wird. Wenn der Reibungswiderstand beim Radhalbmesser r gleich w, bei einem solchen von r' gleich w' ist, so verhält sich

$$\sqrt{r} : \sqrt{r'} = w' : w.$$

11. Die Hemm- oder Sperrvorrichtungen.

Mit dem zunehmenden Gefälle eines Zugweges vergrößert sich auch die Gleitgeschwindigkeit der Zugschlitten; es kann letztere sogar eine derartige Höhe erreichen, daß eine Regelung derselben durch den Arbeiter mittelst Zurückhaltens und Entgegenstemmens nicht mehr zureicht. Für solche Fälle müssen an den Schlitten Hemm- oder Sperrvorrichtungen (a, Fig. 41) und 48 angebracht werden, mittelst deren der Arbeiter den Gang der Gleitgeschwindigkeit vollständig zu beherrschen vermag. Unter gewöhnlichen Verhältnissen kann der Holzrücker den Schlitten bis zu einem Gefälle der Fahrbahn von 6—8% durch einfaches Zurückhalten regeln, darüber hinaus bedient er sich der am Schlitten angebrachten Sperrtatzen, oder es werden an die Kufen Sperrketten, auch Ringe von Floßwieden aus Fichtenästen gelegt. Bei sehr starkem Gefälle wird ein Schleppschlitten verwendet und demselben 1—5 Holzbündel, an Ketten befestigt, angehängt, die sodann in Folge des Nachschleppens den Reibungswiderstand erhöhen.

Die Karren erhalten die gleichen Sperrvorrichtungen, wie sie bei den gewöhnlichen Frachtwagen in Anwendung sind. Selbstverständlich müssen die Hemm- und Sperrvorrichtungen den örtlichen Verhältnissen des Zugweges entsprechen, damit nicht der Betrieb gestört werde oder der Arbeiter in Gefahr gerathe.

12. Die Zainung und Lagerung der Hölzer im Schlage.

Gewöhnlich werden die erzeugten Hölzer auf dem Schlagorte, und zwar Brennhölzer in Zainen, Bloch- (Klotz-) oder Bauhölzer in Rollen gelagert und müssen, wenn es sich um deren schließliche Ausbringung handelt, zu einem jeden Stoß oder Zain Schneebahnen durch Ausschaufeln und Festtreten der Schneemassen hergestellt werden. Wenn zulässig, werden die zerstreut umhergezainten und gelagerten Hölzer gleich nach dem ersten Froste bei wenig Schnee mit Handschlitten zusammengezogen. Tritt aber gleich anfangs ein starker Schneefall ein, so lohnt sich ein Festtreten des Schnees, wenn nicht auf dessen natürliches Setzen gewartet werden kann, weil auf diese Art eine festere Bahn gewonnen und damit die Möglichkeit geschaffen wird, auf die Zugschlitten größere Holzmassen laden zu können. In günstigen Lagen werden die Hölzer schon im Herbste bei nassem oder bereiftem Boden mit ungesohlten Schlitten auf größere Haufen nach den Abfuhrwegen gezogen.

---

* „Centralblatt für das gesammte Forstwesen," Jahrgang 1880, p. 226.

** Weitere Schlittenformen erscheinen noch ausführlich beschrieben in Gayer's „Forstbenutzung".

Es ist daher im Hochgebirge, namentlich in schneereichen Lagen, von namhaftem Vortheile, wenn die Zain- oder Nutzholzhaufen möglichst groß gemacht werden.* Am günstigsten wird sich der Leistungsaufwand stellen, wenn ein großer Theil der Hölzer an den Hauptzugwegen gelagert oder gezaint werden kann.

13. Die Größe der zur Ablieferung auf einem Lieferzuge bestimmten Holzquantitäten.

Gestatten es die localen Verhältnisse, auf einem Bringungszuge gleichzeitig größere Holzmassen abzuliefern, so wird sich der erforderliche Arbeitsaufwand um so günstiger gestalten, weil die namhaften Kosten für die Ausbesserungsarbeiten an der Weganlage, das Belegen der Fahrbahn mit Abweishölzern, endlich das Herstellen und Offenhalten der Schlittbahn auf eine größere Holzmenge vertheilt werden.**

14. Die zweckmäßige Lage der Hauptschlittenwege zu den einzelnen Schlagorten.

Die Lage eines Weges können wir mit Rücksicht auf die Größe und Ausdehnung eines Schlages als zweckmäßig bezeichnen, wenn er den betreffenden Schlagort am tiefsten Punkte durchzieht, weil auf diese Weise das kostspielige Berganschaffen der Hölzer vermindert wird. Nachdem im Gebirge die Schlagwände stets in der Richtung des stärksten Falles geführt und in Folge der mächtigen Entwicklung der Berglehnen die Schläge verhältnißmäßig schmal und lang angelegt werden, genügt ein Weg nicht, sondern es werden mehrere Hauptwege die Berglehne etagenförmig durchziehen müssen. Bekanntermeise erheischt das Zuliefern der Hölzer an die Hauptzugwege oder das sogenannte Zusammenrücken oder Vorliefern einen namhaften Arbeitsaufwand, und wird das Gesammtergebniß der Lieferung sich um so günstiger stellen, je mehr wir dieses Zusammenrücken durch eine richtige Führung der Zugwege zu vermeiden oder einzuschränken vermögen.

---

* In schneereichen Lagen müssen schon im Herbste zu den einzelnen Zainen oder Rollen Stangen (Weiseln) hinzugesteckt werden, weil sonst das Auffuchen derselben Schwierigkeiten bereiten kann.

** Welchen Einfluß die zur Ablieferung bestimmte Holzmasse auf das Lieferergebniß nehmen kann, sei durch ein Beispiel dargethan. Auf einer 500 m langen Strecke sollen 500 rm³ Brennhölzer abgeliefert werden. Es handelt sich darum, zu erwägen, ob hier der Transport der Hölzer mit Handschlitten jenem auf einer einfachen Holzriese vorzuziehen sei. Die Terrainverhältnisse sind für beide Anlagen gleich günstig.

Die Anlage von 500 m Schlittweg erfordert	à 0·15	Tag	75 Tage
Die Lieferung „ 500 rm³	à 0·15	„	75 „
			150 Tage
die Anlage von 500 m Hauptriese	à 0·37	Tag	185 Tage
die Lieferung „ 500 rm³	à 0·06	„	30 „
			215 Tage

Sind aber 2000 rm³ auf der gleichen Strecke abzuliefern, so ergibt sich Folgendes:

Anlage von 500 m Schlittweg	à 0·15	Tag	75 Tage
Lieferung von 2000 rm³	à 0·15	„	300 „
			375 Tage
Anlage von 500 m Hauptriese	à 0·37	Tag	185 Tage
Lieferung von 2000 rm³	à 0·06	„	120 „
			305 Tage

Daraus ist zu ersehen, daß die Menge oder das zur Ablieferung bestimmte Holzquantum bei Entscheidung darüber, welche Art von Bringungsanstalten zu wählen ist, einen maßgebenden Einfluß ausübt.

15. Die Gewandtheit der Arbeiterschaft und die Art und Weise ihrer Führung und Anleitung.

Der Holztransport mit Handschlitten erfordert kräftige, geschulte und gewandte Arbeiter; denn dieser Theil der Holzlieferung ist unbestritten mit großen Gefahren verbunden, denen der Holzknecht eben nur durch einen hohen Grad von Kaltblütigkeit und rascher Entschlossenheit auszuweichen vermag. Kräftige, gut geschulte, dabei praktisch erfahrene Holzzieher werden Leistungen erzielen, die weit über die Leistungen jener hervorragen werden, die mit diesem Geschäfte nur halb vertraut sind. Desgleichen wird bei dieser Art der Holzlieferung einer umsichtigen Führung und sachkundigen Anleitung der Arbeiterschaft durch die Vorarbeiter nicht entbehrt werden können, weil das Erhalten der Schlittenbahn und der Zugschlitten, sowie das eigentliche Geschäft des Holzziehens eine entsprechende Vertheilung der Arbeitskräfte erheischt.

Im Hochgebirge muß das Ziehen oder Abliefern der Hölzer mit Handschlitten durch eine größere Anzahl von Arbeitern gemeinschaftlich betrieben werden, und kann erfahrungsgemäß die in Tabelle XV angegebene Vertheilung der Arbeitermannschaft empfohlen werden.

16. Die Beschaffenheit der Schlagwege im Allgemeinen.

Schon im Herbste müssen die Schlittwege oder Schlagwege für den Winterbetrieb in guten und brauchbaren Zustand gesetzt werden; nebstdem müssen auch zur Erleichterung der Vorlieferung, beziehungsweise des Zuziehens der Hölzer an die Abfuhrwege primitive Zug- oder Astachwege hergestellt werden, die nur für eine einmalige Benützung bestimmt sind. Diese Arbeiten werden in den meisten Fällen an die Unternehmer der Winterlieferung zur Ausführung übergeben und sind daher gewöhnlich schon in den vereinbarten Einheitspreisen für den Schlittenzug mit inbegriffen.

Die allgemeine Beschaffenheit der unterschiedlichen Schlagwege, beziehungsweise deren baulicher Zustand — ob und in welchem Grade sie durch Regengüsse beschädigt worden sind, ob und in welchem Umfange vorhandene Objecte erneuert oder ausgebessert werden müssen, inwieweit der Zugweg mit Schleuderbäumen oder Geländern versehen werden soll, aus welchen Entfernungen das hiefür erforderliche Holz bezogen werden muß — übt gleichfalls einen Einfluß auf den Leistungsaufwand aus, der selbstverständlich sich um so ungünstiger gestalten wird, je weniger Holz auf dem einen wie auf dem anderen Wege zur Ablieferung kommen soll.

Die Lager- und Abziehplätze müssen zweckmäßig liegen, und soll namentlich der letztere so geräumig sein, daß das Abziehen, Wenden und Stellen der Schlitten ohne Schwierigkeit vor sich gehen kann.

17. Art der Arbeitsvergebung.

Der günstigste Leistungserfolg wird erzielt, wenn sowohl die Gewinnung, als auch die Lieferung der Hölzer, desgleichen die Herstellung der Bringungsmittel im Wege einer freien Concurrenz an Unternehmer gegen vereinbarte Einheitspreise vergeben wird, während die Ausführung im Tagschichtenwege nur in Ausnahmsfällen, wo sich der erforderliche Arbeitsaufwand nicht im Vorhinein bestimmen läßt, platzgreifen soll.

§. 59. Arbeitsaufwand bei dem Baue und der Erhaltung der Schlagwege (Wege III. Ordnung).

Auf die Höhe des Bau- und Erhaltungsaufwandes nehmen Einfluß:

1. die Bodenbeschaffenheit, dann die Art und Güte der Werkzeuge, welche seitens der Arbeitsmannschaft benützt werden;

2. die durchschnittliche Leistungsfähigkeit der Arbeitskräfte und die Art ihrer Anleitung und Ueberwachung bei den unterschiedlichen Bau- und Erhaltungsarbeiten;

3. die Zeit, wann der Bau geführt werden soll;

4. die Art der Arbeitsausführung, d. h. ob letztere im Wege eines Accordes oder nur gegen Entlohnung des Schichtenaufwandes erfolgt, und endlich

5. die Gefällsverhältnisse, welche für den Schlagweg bestimmt sind, ob und bis zu welcher Höhe Abweichungen platzgreifen dürfen, wodurch oft ganz bedeutende bauliche Schwierigkeiten umgangen werden können.

Der specielle Bauaufwand, betreffend die Anlage der unterschiedlichen Schlagwege, bezieht sich nur auf gewöhnliche Bodenverhältnisse und sind alle Objecte, dann größere Massenbewegungen durch Einschnitte und Andämmungen in dem angesetzten Erfordernisse nicht mit inbegriffen. Kommen solche vor, so müssen sie, wie bei dem Baue der Wege I. und II. Ordnung, nach Einzelnleistungen getrennt und nach den dort angegebenen Einheitssätzen bemessen werden.

a) Erdwege.

1. Ein Currentmeter Schlagweg (Winterzugweg) für Handtransport, 1 m breit, einschließlich der erforderlichen Herstellung von Wasseranschlägen aus Holz, erfordert:

in leichtem Erdreich und günstigen Bodenformungen	0·08—0·11	Tagschicht
„ mittelfestem Boden	0·15	„
„ einem mit Steinen und Kies durchmengten Boden	0·20	„

2. Ein Currentmeter Schlagweg, 1·5 m breit, wie vorstehend, erfordert:

in leichtem Erdreich	0·16	Tagschicht
„ mittelfestem Boden	0·23	„
„ steinigem Boden bei größeren Unebenheiten	0·30	„

3. Ein Currentmeter Schlagweg (Winterzugweg, mit Zugthieren befahrbar), 2 m breit, wie vorstehend, erfordert:

unter sehr günstigen Verhältnissen, d. h. bei geringer Erdbewegung, in leichtem Boden	0·25	Tagschicht
in festem Boden, ortweise mit Steinen durchmengt	0·50	„
„ sehr festem Boden und bei bedeutenden Auf- und Abtragsarbeiten	0·75	„

b) Faschinenwege.

Ein Currentmeter Faschinen- oder Buhnenweg unter günstigen Verhältnissen, in der Breite von 2—3 m hergestellt, benöthigt 0·72 m³ Erde oder Schotter und je nach der Anzahl der erforderlichen Faschinenlagen 2·5, 5 und 7·5 Stück 30—40 cm starke Faschinen. Arbeitsaufwand bei:

einer Faschinenlage	0·50	Tagschicht
zwei Faschinenlagen	0·70	„
drei „	0·90	„

4. Ein Stück 4 m lange, circa 30 cm starke Weidenfaschine erzeugen, beziehungsweise die Ruthen gewinnen und binden erfordert . . . . . 0·075 Tagschicht

5. Ein Stück 3 m lange, im Mittel 30 cm starke Faschine herstellen erfordert . . . . . 0·065 „

6. Hundert Stück 1—1·5 m lange, im Mittel 5 cm dicke Faschinenpfähle erzeugen erfordert . . . . . 0·500 „

7. Ein m² Planirung des Grundes erfordert . . . . . 0·080 „

8. Ein m² Faschinenlage herstellen erfordert . . . . . 0·030 „

9. Ein m² der Faschinenlage mit einer im Mittel 20 cm hohen Erd-, Schotter- oder Kiesschichte überführen erfordert . . . . . 0·030 „

c) Prügelwege.

10. Ein Currentmeter Prügelweg unter günstigen Verhältnissen bei einer Breite von 2—3 m erfordert zu seiner Herstellung:

an Material 0·12—0·14 fm³ Rundholz zu den Grundbäumen, 0·12—0·23 fm³ Rundholz zu den Querhölzern und 0·5 m³ Erde oder Schotter als Decklage;

an Arbeit:

unter günstigen Bodenverhältnissen . . . . . 0·28 Tagschicht
„ mittleren „ . . . . . 0·40 „
„ ungünstigen „ . . . . . 0·60 „

§. 60. Arbeitserforderniß beim Abbringen der Hölzer auf Schlagwegen im Winter mittelst Menschenkräfte.

Unter der Voraussetzung, daß sich der Holzrücker mit dem beladenen Schlitten je nach Gefälle und Beschaffenheit der Schlittbahn mit einer Geschwindigkeit von 0·8 – 2·5 m per Secunde thalwärts bewegt, während der Rücktransport nur mit einer Geschwindigkeit von 0·33 — 0·66 m per Secunde erfolgt, und daß die Zeit des Auf- und Abladens 10 Minuten und die Ruhepause zwischen zwei Fahrten gleichfalls 10 Minuten beträgt, berechnet sich per Tagschicht bei einer unausgesetzten Arbeitsdauer von circa 8 und 10 Stunden nachstehende Leistung in Fahrten per Tag:

a) Für eine Arbeitszeit von 8 Stunden:

Entfernung, die vom Holzrücker per Fahrt zweimal zurückgelegt werden muß:	Anzahl der Tagfahrten:	Entfernung, die vom Holzrücker per Fahrt zweimal zurückgelegt werden muß:	Anzahl der Tagfahrten:
0·1 km	18—20	1·2 km	5—8
0·2 „	14—18	1·5—1·6 „	4—7
0·3 „	12—16	1·7 „	3—7
0·4 „	10—15	1·8—2·2 „	3—6
0·5 „	9—13	2·3—2·4 „	3—5
0·6 „	8—12	2·5—2·8 „	2—5
0·7 „	7—11	2·9—3·6 „	2—4
0·8 „	6—11	3·7—4·2 „	2—3
0·9 „	6—10	4·3—5·5 „	1—3
1·0 „	5— 9	5·6—8·0 „	1—2

b) Für eine Arbeitszeit von 10 Stunden:

Entfernung, die vom Holzrücker per Fahrt zweimal zurückgelegt werden muß:	Anzahl der Tagfahrten:	Entfernung, die vom Holzrücker per Fahrt zweimal zurückgelegt werden muß:	Anzahl der Tagfahrten:
0·1 km	22—25	1·5—1·6 km	5—9
0·2 „	18—22	1·7—1·9 „	4—8
0·3 „	15—20	2·0—2·1 „	4—7
0·4 „	13—18	2·2—2·3 „	3—7
0·5 „	11—17	2·4—2·9 „	3—6
0·6 „	10—15	3·0—3·1 „	3—5
0·7 „	9—14	3·2—3·6 „	2—5
0·8 „	8—13	3·7—4·9 „	2—4
0·9 „	7—13	5·0—5·4 „	2—3
1·0 „	7—12	5·5—7·0 „	1—3
1·1—1·2 „	6—11	7·1—8·0 „	1—2
1·3—1·4 „	5—10		

In den Tabellen XVI und XVII ist der erforderliche Arbeitsaufwand unter der Voraussetzung berechnet, daß die ortsübliche Ladung bekannt ist und von dem Holzrücker keinerlei Nebenarbeiten, als: Weg-, Bahn- und Schlittenerhaltung, begehrt werden, während in der Tabelle XVIII alle Nebenarbeiten mit inbegriffen sind.

B. Waldwege mit den nöthigsten Schutz- und Sicherungsanlagen (Wege II. Ordnung oder Halbstraßen), ferner Waldwege, zugleich Kunststraßen (Wege I. Ordnung).

§. 61. Die Waldwege oder Waldstraßen I. und II. Ordnung im Allgemeinen.

Die Waldwege sind in vielen Fällen Concurrenzanstalten der Wasserstraßen und berufen, diese zu ersetzen oder zu ergänzen, je nachdem sich die Verhältnisse des Holztransportes zu Wasser mehr oder minder günstig gestalten. Weganlagen werden aber erst dann von Bedeutung, wenn sie ein Waldgebiet netzartig überziehen und solchergestalt das Ausbringen der Forstproducte aus allen, selbst den entlegensten Theilen des Bringungsgebietes ermöglichen.

Jede Weganlage, auch eine solche von nebensächlicher Bedeutung, soll ein Glied, ein Theil des Wegnetzes sein und sich in den Rahmen des letzteren ohne eine in der Zukunft erwachsende Störung einfügen, d. h. ein Weg soll nur auf Grundlage eines wohldurchdachten Wegnetzes angelegt werden.

Indeß genügt es nicht, wenn der Weg nur mit Rücksicht auf Richtung und Führung den allgemeinen Verhältnissen entspricht; es muß derselbe vielmehr auch in baulicher Beziehung allen Anforderungen eines guten Weges gehörig Rechnung tragen. Der Werth, A zug und hohe Nutzen eines gut und zweckmäßig angelegten Waldweges ist unbestritten u lassen sich im Allgemeinen die Vortheile einer guten gegenüber einer schlechten Waldf ge in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Stellen sich die Transportkosten auf einem guten Wege verhältnißmäßig günstiger, a auf einem unzweckmäßig angelegten oder in der Erhaltung vernachlässigten Wege, d n es vermindert sich naturgemäß der Aufwand an Zeit und an menschlicher wie t rischer Kraft und unterliegt das Gespann und Geschirr keiner so starken Abnützung;

desgleichen sind auch leichtere Zugmittel zulässig, wodurch wieder die Concurrenz gesteigert wird.

Der verminderte Aufwand an Zugkraft auf gut erhaltenen Straßen gegenüber dem Erfordernisse auf schlechten Anlagen fällt gar sehr in die Wagschale, und stellt sich das Verhältniß hiebei auf einer horizontalen Strecke wie 1 : 5, d. h.:

a) die Kosten des Holztransportes sind auf schlechten Wegen fünfmal höher als auf guten Straßen;
b) es kann der Nettowerth der verführten Nutz- und Brennhölzer durch den Umbau eines schlechten Weges in eine gute Fahrstraße wesentlich erhöht werden;
c) es können die Hölzer auf guten Fahrstraßen fünfmal weiter verführt werden, und kann sich hiedurch das Absatzgebiet fünfundzwanzigmal vergrößern.

2. Ist der Einfluß einer guten Straße auf die Verminderung der Zugkraft, trotzdem er mit der Zunahme des Gefälles abnimmt, noch immerhin günstig genug.*

3. Leiden auf einer guten Straße die Hölzer an ihrer Qualität keinen derartigen Schaden, wie er unter Umständen auf einem schlechten Wege sich ergeben kann.

4. Entziehen schlechte Wege der Holzzucht ob ihrer zahlreichen Krümmungen viel an der anstoßenden Fläche und werden auch die Bestände selber in einem ungleich höheren Grade beschädigt, nachdem die Zubringung der Hölzer zu den unzweckmäßig angelegten Wegen größere Schwierigkeiten bereitet.

Man kann demnach immerhin die Anlage zweckmäßiger und praktischer Waldstraßen für ein ebenso wirksames Mittel zur Hebung der Waldrente betrachten, als die Sorgfalt, die der Erziehung vollkommener Bestände entgegengebracht wird.

Es können die Waldwege I. und II. Ordnung unter Einem, also gemeinschaftlich behandelt werden, nachdem sowohl deren Anlage und Herstellung, als auch Erhaltung und Betrieb nur ganz unwesentlich von einander abweichen.

§. 62. Von den allgemeinen Verhältnissen, welche den Waldwegbau dieser Art beeinflussen.**

Jede Weganlage muß sich den localen Verhältnissen und den vorhandenen wirthschaftlichen Zuständen anpassen, beziehungsweise diese in einer Weise ausnützen, daß der Hauptzweck, die Herstellung eines bequemen, möglichst kurzen, wohlfeilen, sicheren, dauerhaften und schönen Waldweges erreicht werden kann. Von den Verhältnissen, welche auf die Weganlage im Allgemeinen Einfluß nehmen, sind in erster Linie die Gestaltung des Bodens, die wirthschaftlichen Zustände, sodann die Eigenthums- und Rechtsverhältnisse zu erwähnen, während jene Anforderungen, die vom Standpunkte der Betriebssicherheit, Schönheit und Annehmlichkeit an die Weganlage gestellt werden, beziehungsweise einen Einfluß nehmen, erst in zweiter Linie in Berücksichtigung zu ziehen sind.

---

* Bei den verschiedenen Gefällen stellt sich die erforderliche Zugkraft, und zwar:

bei dem Gefälle	von	1 : 200	auf	guten	und	schlechten	Straßen	wie	1 : 4·2
„	„	„	1 : 100	„	„	„	„	„	„	1 : 3·7
„	„	„	1 : 50	„	„	„	„	„	„	1 : 3·0
„	„	„	1 : 40	„	„	„	„	„	„	1 : 2·8
„	„	„	1 : 30	„	„	„	„	„	„	1 : 2·5
„	„	„	1 : 20	„	„	„	„	„	„	1 : 2·1
„	„	„	1 : 10	„	„	„	„	„	„	1 : 1·6

** Es liegt nicht in der Absicht des vorliegenden Werkes, den Bau der Waldwege I. und II. Ordnung in einer umfassenden Weise zu behandeln. Es soll demselben vielmehr nur der Vollständigkeit wegen in seinen wesentlichsten Momenten Raum gegeben werden, und verweisen wir, falls in der einen oder anderen Richtung eine eingehende Kenntniß des Gegenstandes gewünscht wird, auf die Specialwerke über Waldwegbau von Carl Schuberg 1875, Leopold Dengler 1863, K. Scheppler 1863, Dr. Eduard Heyer 1864, Dr. F. C. Schubert 1878 u. a. m., die auch in der vorliegenden Arbeit zunächst als Quellen benützt worden sind.

1. Die Bodenverhältnisse: Lage, Terraingestaltungen, Bodenbeschaffenheit und Klima.

Es ist nichts weniger als gleichgiltig, ob wir es mit einer Weganlage in der Ebene, im Vor- oder im Hochgebirge zu thun haben. Die mindesten Schwierigkeiten werden dem Wegbau in einer Ebene, die größten im Hochgebirge entgegentreten, und werden speciell die letzteren die eingehendsten Terrainstudien und Localerhebungen erheischen, ehe an die endgiltige Aufsuchung der eigentlichen Wegtrace gegangen werden kann. Während wir im Gebirge in den meisten Fällen es mit kostspieligen Massenbewegungen, d. h. Auf- und Abtragsarbeiten zu thun haben werden, tritt bei einer Weganlage in der Ebene das unerläßliche Erforderniß der Trockenhaltung des Wegkörpers, beziehungsweise die zweckmäßige und ausreichende Ableitung der Tagwässer in einer oft schwer zu lösenden Form hervor. Im Hochgebirge werden wir in der Mehrzahl der Fälle über ein gutes und brauchbares Material zu Zwecken des Wegbaues und der künftigen Wegerhaltung verfügen, während dessen Beschaffung in der Ebene, ja selbst in manchem Vorgebirge mit mannigfachen Schwierigkeiten verbunden sein wird.

Die Gestalt und Beschaffenheit des Bodens, beziehungsweise der Charakter des Terrains wird bekanntermaßen von der Art des Grundgesteines in erster Linie bedingt, und stellen sich, da dieses in Folge seiner Zusammensetzung und geologischen Entstehung die verschiedensten Formen annehmen kann, auch von dieser Seite der Anlage und Herstellung des Weges Hindernisse entgegen, deren Bewältigung technische und finanzielle Schwierigkeiten hervorrufen kann. Am ungünstigsten gestaltet sich eine Weganlage in den formenreichen vulcanischen Gebirgsmassen, sodann im Dolomit, Porphyrgebirge, im Gneiß- und Glimmerschiefer, Granit und Syenit; günstiger sind schon die Gestaltungen des Thonschiefers, der Grauwacke und des Kalkgebirges, während die bunten Sandsteine wegen ihrer gleichmäßigen Höhenzüge und regulären Abdachungen als die günstigste Formation für die Anlage der Wege bezeichnet werden können.

Von einer gewissen Bedeutung für die Weganlage, insbesondere in Hinsicht des Zusammenhanges eines Wegnetzes, ist die Form und Gestaltung der Höhenzüge auch in dem Falle, als zwei oder mehrere Bringungsgebiete untereinander verbunden werden sollen, d. h. der Umstand, wie sich die Wasserscheiden zu der Entwicklung, Lage und Höhe der verschiedenen Haupt- und Seitenthäler stellen, und welcher relative Höhenunterschied zwischen der Wasserscheide und der Sohle der in Frage tretenden Thäler besteht. Die Beschaffenheit der Wasserscheide, sowie die allgemeine Richtung und gegenseitige Stellung der verschiedenen Wasserläufe und der hievon bedingten Terraingestaltungen und Gruppirungen können die Anlage eines Weges und Wegnetzes in mehr oder minder günstigem Grade beeinflussen.

Wildbäche, Erdrisse und Lawinenzüge stellen einer Weganlage im Hochgebirge bauliche Schwierigkeiten entgegen, deren Ueberwindung oft zu einer Reihe von Schutzbauten zwingt, die in technisch richtiger Weise ausgeführt werden müssen, wenn nicht der erhoffte oder angestrebte Erfolg der Weganlage selbst preisgegeben werden soll. In der Ebene dagegen entfallen derartige Maßnahmen und Vorkehrungen völlig und genügen andererseits selbst mit Rücksicht auf die erforderlichen Objecte einfachere Formen und Constructionen.

Je nach der Führung eines Weges, ob derselbe nämlich eine Thalsohle verfolgt oder auf einer Wasserscheide oder innerhalb eines Berghanges sich hinzieht, unterscheidet

man Thal- und Hochstraßen. In baulicher Beziehung dürften die letzteren den ersteren vorzuziehen sein, weil sich bei Hochstraßen die Vorkehrungen zum Behufe der Wasserableitung leichter herstellen lassen, während umgekehrt vom forstwirthschaftlichen Standpunkte aus sich die Lage der Thalstraßen zum Zwecke des Holztransportes günstiger erweist, trotzdem dieselben kostspieligere Objecte erheischen und in hohem Grade den Folgen von Hochwässern ausgesetzt sind. Verbindungen der Thal- und Hochstraßen, wie solche ein Wegnetz öfter erheischt, bezeichnet man mit dem Ausdrucke „Steigen". Ein weiterer Factor, mit dem gerechnet werden muß und der gleichfalls mit zur Terrain- oder Bodengestaltung gezählt wird, ist die Neigung oder Abdachung der Berghänge im Vor- und Hochgebirge.

Im Großen und Ganzen kann die Weganlage unter den Neigungsverhältnissen von 0—15° (0—27%) als günstig, von 15—25° (27—47%) als minder günstig, von 25—35° (47—70%) als ungünstig und über 35° (70%) als sehr ungünstig bezeichnet werden. Bei Thalstraßen ist dann noch das Gefälle und die Beschaffenheit des Querprofiles der betreffenden Thäler, in denen dieselben geführt werden sollen, mitbestimmend in Hinsicht der Anlage derselben. Sollen Thalstraßen unter einem gegebenen Maximalgefälle geführt werden, das geringer ist als das Gefälle der Thalsohle, dann wird die Wegtrace ab und zu die Thalsohle verlassen und sich in einem der seitlichen Berghänge entwickeln müssen, um mit Zuhilfenahme von Wenden oder Kehren wiederholt in die Thalsohle einzuschneiden. Derlei Anlagen sind dann theils Hoch-, theils Thalstraßen.

Was die Beschaffenheit des Bodens betrifft, so spielt dieselbe sowohl bei dem Wegbaue in der Ebene, als auch bei jenem im Gebirge in technischer wie in finanzieller Hinsicht eine hervorragende Rolle, und muß demzufolge hierauf schon bei der Anlage, beziehungsweise dem Aufsuchen und Ausmitteln einer Weglinie gebührend Rücksicht genommen werden. Flugsand, brüchige Stellen, die Inundationsgebiete, größere Flußläufe sind selbst in dem Falle möglichst zu umgehen, als die Gesammtanlage wesentlich verlängert werden müßte, es wäre denn, daß durch eine Umgehung solcher Stellen die neue Trace nicht die erhofften oder erwünschten Vortheile gewähren sollte. In diesem Falle darf man aber andererseits nicht vor dem Mehraufwande zurückschrecken, den die unter den obwaltenden Verhältnissen etwa gebotenen Vorkehrungen und baulichen Anlagen erheischen werden. In gleicher Weise sind im Gebirge jene Stellen zu meiden, die zu Absitzungen oder Abrutschungen hinneigen, wie dies bei gewissen Sedimentärgesteinen, z. B. Schieferletten, häufig der Fall ist. Berghänge aus losem Gerölle, alte gefestigte Schutthalden, Schuttkegel, das Verwitterungsproduct von Jahrhunderten sind nur mit aller Vorsicht anzuschneiden, weil das Nachsitzen derartiger Flächen trotz aller Versicherungsanlagen immerhin eintreten kann. Freilich lassen sich derlei Orte nicht jedesmal umgehen, da man im Hochgebirge mit einer Aenderung der Trace schließlich in noch schlimmere Lagen gerathen könnte; man wird hier schon zwischen zwei Uebeln das kleinere wählen müssen und sich für jene Trace zu entscheiden haben, welche derart ungünstige Stellen in einer nicht gar zu großen Ausdehnung überschreitet. Offenen Felspartien (Wänden) kann man durch kleine Gefällsänderungen ausweichen, während einzelne Felsblöcke nicht zu berücksichtigen kommen. Diese sind übrigens häufig genug beim Baue der Straßen vortheilhaft zu verwenden. Was die Gesteinsarten anbelangt, so geben die vulcanischen und Urgebirgsgesteine ausdauernde Bauten, nur ist der erforderliche Bauaufwand ein bedeutend höherer, aber keineswegs so ungünstig, wie in einem zerklüfteten Felsen, beispielsweise im Trümmergestein und manchem anderen geschichteten Gesteine, das der

Behandlung mit Brecheisen und Sprengmitteln großen Widerstand entgegensetzt. Am günstigsten gestalten sich die Arbeiten im Buntsandsteine, der aber zum Baue der Fahrbahn nicht verwendbar ist; doch sind auch geschichtete Gesteine, die in der Luft schnell verwittern und häufig versteckte Wasseradern enthalten, für einen festen und dauerhaften Bau unbrauchbar.

Endlich sind noch die klimatischen Verhältnisse wohl zu erwägen, weil dieselben je nach Umständen auf die Anlage der Wege einen hervorragenden Einfluß üben können, der selbstverständlich im Gebirge ungleich mehr in den Vordergrund treten wird, als bei Wegbauten in der Ebene.

Der klimatische Einfluß besteht zunächst:

a) in den mehr oder minder starken Niederschlägen;
b) in den Wirkungen der Fröste;
c) in Schneeverwehungen, Schneerutschen und Lawinen;
d) in Eisbildungen;
e) in Sturmlagen.

Die Trace wird daher jene Stellen meiden müssen, an denen sich die verschiedenen Einflüsse des Klimas in der einen oder anderen Hinsicht in einem für den Bau oder den Betrieb und insbesondere für die Wegerhaltung ungünstigen Ausmaße äußern sollten.

2. Die wirthschaftlichen Verhältnisse.

Die gesammte Anlage eines Weges, seine Art und Führung, seine Gefälle und seine Breite werden in hohem Grade, ja unter manchen Voraussetzungen ausschließlich von den gegebenen wirthschaftlichen Verhältnissen bedingt, d. h. die localen Verhältnisse eines Waldes bestimmen es, wo und in welchen Richtungen Wege anzulegen, und in welcher Weise der Gesammtbau derartiger Verkehrsmittel zu planen sei, beziehungsweise welcher Kostenaufwand allenfalls aufgewendet werden dürfe, damit noch eine Verzinsung der Anlage zu erwarten stehe. Ein hoher Bauaufwand wird demnach dort als gerechtfertigt erscheinen, wo durch eine Weganlage ausgedehnte und umfangreiche Flächen, die in ausgiebigem Ausmaße von nutzbaren und werthvollen Holzbeständen bedeckt sind, erschlossen werden können, und woselbst neben einer bedeutenden und nachhaltigen Jahresnutzung für letztere auch der entsprechende Absatz vorhanden ist.

Große Betriebscomplexe, bedeutende Holzvorräthe und Terrainschwierigkeiten, die bisher nur mit hohen Werbungskosten zu bewältigen waren, werden die Einführung eines rationellen Waldwegnetzes wesentlich fördern und begünstigen. Gute Wege müssen daher möglichst große Waldflächen erschließen und dem vorhandenen Holzvorrathe, den Betriebs- und Absatzverhältnissen thunlichst Rechnung tragen. Dabei sollen die Weganlagen auch hervorragende Betriebswerke, Manipulations- und Betriebsplätze mit in die Wegtrace aufnehmen. In einem zweckdienlichen Wegnetze müssen die Weglängen zu der Fläche, die hiedurch erschlossen wird, in einem bestimmten Verhältnisse stehen.

3. Die Eigenthumsverhältnisse.

Bei einer Weganlage werden die Eigenthumsverhältnisse insoferne Bedeutung erlangen, als die zweckmäßige Trace nur unter theilweiser Benützung eines fremden Grundes ausführbar ist und die erforderliche Grundfläche weder im Wege eines Kaufes noch Tausches erlangt werden kann.

Verhandlungen über Grunderwerbungen sind erst dann einzuleiten, wenn das Längenprofil durch ein Nivellement sichergestellt ist, d. h. wenn der Eigenthümer des zu erwerbenden Grundes in die Lage gekommen ist, zu beurtheilen, welche Vor- und Nachtheile er von der Weganlage zu erwarten habe, ob er den Weg werde mitbenützen können, ob eine Einfahrt in den Weg durch Anschüttungen und Andämmungen unthunlich oder doch nur mit großen Schwierigkeiten zu ermöglichen sein werde. Natürlich sollen im wohlverstandenen Interesse allfällige Abänderungen im Sinne des Grundeigenthümers zugestanden werden, wenn sonst aus der Erwerbung und Benützung des fremden Grundes anderweitige Vortheile zu erwarten stehen.

4. Die Anforderungen, die seitens der Sicherheit, Annehmlichkeit und Schönheit an die Weganlage gestellt werden.

Die Sicherheit der Weganlage und des Betriebes kann gefährdet werden durch Wasser, Schnee und Eis, durch Erd- und Felsstürze, durch abgleitende Baumstämme, durch Wildbäche und Lawinenstürze, durch schlechte Anlage der Wege und den Mangel an Schutzvorkehrungen.

Die Erzielung der erreichbar höchsten Betriebssicherheit ist ganz besonders dort geboten, wo die Wege auch dem allgemeinen Verkehre erschlossen werden sollen. Es ist daher schon in der Anlage darauf Bedacht zu nehmen, daß alle voraussichtlichen Hindernisse, die zu nachträglichen Störungen oder Gefährdungen der Betriebssicherheit führen könnten, beseitigt oder auf das zulässig kleinste Maß herabgesetzt werden. Selbstverständlich darf die Betriebssicherheit einer Weganlage nicht im Vorhinein durch die Wahl eines ungünstigen Gefälles oder durch Anlagen unzweckmäßiger Wenden und Kehren in Frage gestellt werden. Auch der Wegerhaltung muß unausgesetzt die gebotene Aufmerksamkeit entgegengebracht werden, auf daß nicht etwa durch Vernachlässigung in Ausbesserung zu Tage getretener Schäden die Sicherheit des Betriebes in's Leiden komme. Auch darf es nicht an den nothwendigen Geländern, an der Fahrbahnbreite in den Kehren, an Wegweisern, an Schneezeichen und Warnungstafeln fehlen.

Um im Weiteren auch den Anforderungen der Schönheit und Bequemlichkeit nachzukommen, sollen alle Bögen und Krümmungen nach genauen Constructionen ausgesteckt und Gegencurven thunlichst durch gerade Strecken miteinander verbunden werden. Desgleichen wird die Schönheit einer Anlage gefördert, wenn alle Objecte, wie der Oberbau, dann die Anlagen der Gräben und die Bepflanzung der Wege mit Bäumen, möglichst tadellos und mit einer gewissen, für das Auge wohlthätigen Regelmäßigkeit ausgeführt werden. Sorgfältige Abböschungen und Abkantungen der Banquetts, des Mauerwerkes, der Gräben u. s. w. werden den gesammten Bauaufwand in keiner Weise erhöhen, gleichwohl aber dem Ganzen ein solideres und schönes Ansehen verleihen.

I. Die Tracirung.

§. 63. Allgemeine Tracirungsregeln.

Bei Anlage eines Weges, beziehungsweise bei Ausmittlung der Wegrichtung, wobei vorläufig das Gefälle als gegeben anzusehen ist, sind mit Rücksicht auf die allgemeinen Verhältnisse nachstehende specielle Regeln thunlichst zu beobachten:

1. Muß bei der Ausmittlung einer Weglinie die möglichste Annäherung der Wegrichtung an die Gerade gewissermaßen als erste Grundregel angenommen werden, da ja diese die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten ist. Selbstverständlich ist dieses Streben nach einer geraden und kurzen Weglinie nur insoweit gerechtfertigt und zulässig, als einerseits nicht etwa die Terrainbeschaffenheit einen unverhältnißmäßigen Mehraufwand erheischt und andererseits es sich überhaupt um die Anlage eines wichtigen Weges handelt, so daß ein erhöhter Aufwand durch die Größe des künftigen Verkehres, beziehungsweise des Verkehrsmittels seine Begründung und Rechtfertigung erfährt. Umwege in der Wegrichtung sind nur gegenüber triftigen und zwingenden Gründen zulässig.

2. Soll jede Weganlage ein Glied oder Theilstück eines Wegnetzes sein und ist im Falle, als das letztere noch gar nicht entworfen oder doch nicht endgiltig in seinen Hauptzügen festgestellt sein sollte, die allgemeine Richtung der geplanten Anlage zum mindesten derart zu wählen, daß dieselbe seinerzeit in den Rahmen des künftigen Wegnetzes ohne Schwierigkeit eingefügt werden kann.

3. Muß, wenn bei Bestimmung einer Weglinie gleichzeitig auch auf die Einmündung von Seitenwegen Bedacht zu nehmen ist oder die fragliche Anlage in einen bestehenden Weg einschneiden soll, die Einmündung mit Rücksicht auf eine bessere Fahrbarkeit möglichst unter einem rechten Winkel erfolgen.

4. Können bestehende Wege in die neue Anlage einbezogen werden, wenn sonst die Verhältnisse der einzubeziehenden Wege den Anforderungen des geplanten Baues entsprechen.

Keinesfalls jedoch dürfen Rücksichten, die nur auf Ersparungen im Gesammtaufwande hinzielen, ausschlaggebend sein.

5. Sollen durch den Weg möglichst große Flächen erschlossen werden.

6. Soll ein Weg nicht im Inundationsgebiete eines Baches geführt werden, und ist das Wegniveau in dem Falle, als ein solches nicht umgangen werden konnte, 30—60 cm über der Linie des höchsten Wasserstandes anzulegen.

7. Muß schon bei der Tracirung eines Weges auf eine zweckentsprechende Ableitung der Niederschläge durch Anlage von Gräben, Wasserrinnen, Durchlässen u. s. w. Bedacht genommen werden.

8. Sind Wasserläufe nach Thunlichkeit an solchen Punkten zu übersetzen, wo die Anlage eines Objectes sicher und mit dem Aufgebote geringer Kosten möglich ist.

9. Müssen in Oertlichkeiten, wo Schneeverwehungen zu befürchten sind, Einschnitte (Hohlwege) vermieden werden oder sind doch an der Wetterseite hinreichend hohe Schneezaine zur Ausführung zu beantragen, wenn unter so bewandten Verhältnissen ein Einschnitt nicht zu umgehen sein sollte.

10. Sind in gleicher Weise auch Steinhalden aus lockerem Geschiebe oder Rollsteinen zu vermeiden und, wo dies als unthunlich sich erweist, jene mit möglichst flachgelegten Böschungen zu durchschneiden, wobei diese letzteren noch überdies durch solide Steinbauten oder Flechtwerk (Faschinenwerke) gebunden und versichert werden müssen.

11. Sind Wildbäche, die mit ihren häufigen Ausbrüchen und Muhrgängen die Sicherheit einer Weganlage gefährden, zu verbauen oder doch mittelst hoher und auch entsprechend weiter Objecte zu übersetzen. Selbst in letzterem Falle ist es immerhin zweckmäßig, wenn kurz oberhalb des Objectes auf einer geeigneten Stelle der betreffende Wildbach durch einen Querbau (Thalsperre) abgeschlossen wird. Auf diese Weise werden

mindestens die schweren Geschiebe zurückgehalten und gelangen dann die mehr unschädlichen schwachen Geschiebemassen allein an das Object heran.

Gefahrdrohende Felsblöcke sind durch entsprechende Untermauerung zu versichern und die dem Abgleiten ausgesetzten Baumstämme rechtzeitig zu beseitigen. Auf solche Momente muß schon bei der Tracirung Bedacht genommen werden, damit die hiefür nothwendigen Vorkehrungen mit in das Project einbezogen werden können.

12. Im gebirgigen oder hügeligen Terrain ist die Straße mit Rücksicht auf eine bessere Austrocknung nach Thunlichkeit an die Sonnseite zu legen, und empfiehlt sich auf keinen Fall ein öfterer Wechsel der Trace zwischen einem sonn- und schattseitigen Hange, nachdem eine derartige Straße in der Uebergangszeit vom Winter in den Sommer der Benützung vielfache Schwierigkeiten entgegenstellt.

13. Soll man bei Gunst der Verhältnisse die Weglinie in die Nähe solcher Oertlichkeiten legen, an denen das zum Baue und zur Erhaltung erforderliche Materiale, z. B. Bruchsteine, Kies, Schotter u. s. w., leicht gewonnen und beigeliefert werden kann.

14. Ist es auf die Anlagekosten von bedeutendem Einflusse, wenn die Straßentrace derart geführt werden kann, daß die Erd- oder Massenbewegungen möglichst geringfügig ausfallen und ferner eine Ausgleichung der Auf- und Abtragsmassen zulässig ist; nur darf letztere nicht über eine gewisse Grenze hinaus getrieben werden, an welcher eben das Verführen des Materiales mit der Gewinnung desselben am Gebrauchsorte in keinem Verhältnisse mehr stehen sollte.

15. Sind wichtige Manipulationsplätze oder bestehende Industrieanlagen möglichst in die Trace einzubeziehen.

16. Sind überall an jenen Stellen, wo Lawinenzüge überschritten werden müssen, deren Verbauung unmöglich oder doch nur mit großen Kosten durchführbar wäre, in den Böschungen Schutzhöhlen herzustellen, welche beim Nahen einer Lawine einem oder mehreren Passanten Zuflucht und genügende Sicherheit zu bieten vermögen.

17. Das Gefälle, die Wegbreite und die anzuwendenden Krümmungshalbmesser müssen bei Curven und Kehren den Anforderungen des künftigen Verkehres entsprechen.

18. Ist der Weglinie eine möglichst günstige Richtung und Lage zu geben, damit die Weganlage und Wegerhaltung auch mit Rücksicht auf die Breite, beziehungsweise auf den Querschnitt des Weges keinerlei Schwierigkeit unterliege.

§. 64. Die Gefällsverhältnisse.

Sowohl bei einer neuen Weganlage, und zwar ohne Rücksicht auf deren Art, als auch bei Reconstructionen schon bestehender Wege ist das einzuhaltende Gefällsverhältniß, welches stets durch die Art des geplanten oder anzuhoffenden Verkehres bestimmt wird, der wesentlichste Factor, indem hievon einerseits die gesammten Arbeiten abhängen, andererseits dasselbe auch an den Anlagekosten einen hervorragenden Antheil nimmt.

Vor dem Aufsuchen der Weglinie, beziehungsweise vor der Inangriffnahme des Nivellements müssen zunächst die Gefällsverhältnisse, d. i. die zulässige Gefällsgröße und Gefällvertheilung gegeben sein. Die letzteren unterliegen einer Reihe von bestimmenden Einflüssen, die fallweise wohl erwogen werden müssen, ehe endgiltig entschieden wird. Dahin gehören:

1. Die Art und Weise der künftigen Benützung des Weges.

Auf die Gefällsgröße, beziehungsweise auf das zulässig höchste Gefälle wirkt in erster Linie der Umstand ein, ob der Weg mit Lasten nach beiden Richtungen befahren werden soll, oder ob der Lastentransport nur nach einer Richtung in's Auge gefaßt wird.

2. Die Menge und Beschaffenheit der zu fördernden Lasten.

Soll ein anzulegender Weg künftighin in umfangreichem Maße zum Lastentransporte voraussichtlich benützt werden oder Hölzer von bedeutenden Dimensionen und daher sehr schwere Lasten zur Verführung gelangen, so kann natürlich nicht bis an die äußerst zulässige Gefällsgrenze gegangen werden.

3. Die Gesammtlänge des Weges.

Die Anwendung eines fortgesetzt gleichmäßigen Gefälles ist wohl nur für kurze Wegstrecken zulässig. Bei langen Weglinien ist das Gefälle mehrmals, nur nicht innerhalb zu kurzer Strecken zu wechseln. Namentlich ist das Gefälle aufwärts successive zu mäßigen, wenn ein langer Weg eine bedeutende relative Höhe zu ersteigen hat. Auf Weganlagen, auf welchen der Lastentransport nach beiden Richtungen stattfindet, fördert ein zweckmäßiger Gefällswechsel den Betrieb und vermindert die Erhaltungskosten.

4. Die zu überwindende relative Höhe.

In jenen Fällen, wo bedeutende Höhen mit den Weganlagen erreicht oder überschritten werden sollen, dürfte die Wahl eines starken Gefälles nicht zu umgehen sein, weil sonst dem Wege eine unverhältnißmäßige Länge gegeben werden müßte, es wäre denn, daß überhaupt eine größere Weglänge aus wirthschaftlichen oder sonstigen Gründen erwünscht sein sollte.

5. Die Terrainbeschaffenheit.

Die Beschaffenheit des Geländes, über das hinweg die Anlage zu führen ist, äußert in den meisten Fällen einen wesentlichen Einfluß auf die Wahl des Gefälles und kann stellenweise sogar ein bestimmtes Gefälle erzwingen, wenn nämlich nur auf diese Weise bedeutende Terrainschwierigkeiten oder die Gefährdung der Betriebssicherheit, noch dazu mit Ersparniß am Gesammtaufwande vermieden werden können.

6. Die verfügbaren Mittel für den Bauaufwand.

Strenge genommen soll eine Verminderung am Bauaufwande wohl niemals auf Kosten der Weggüte platzgreifen. Letztere ist indeß unvermeidlich, wenn aus Sparsamkeitsrücksichten, d. h. wegen Mangel an Mitteln den Verkehrsanstalten größere Gefällsverhältnisse unterlegt werden, um an der Länge zu gewinnen.

7. Die klimatischen Verhältnisse.

Soll ein Weg auch im Winter mit schweren Lasten befahren werden, und ist mit Rücksicht auf dessen Lage und die örtlichen klimatischen Verhältnisse eine starke Eisbildung zu befürchten, dann ist eine steile Anlage des Weges nicht rathsam, weil sonst dieselbe zeitweilig unfahrbar oder doch nur mit Gefährdung der Bespannung befahren werden könnte.

Bei einem mäßigen Gefälle gewährt ein Weg die ausgedehnteste Benützung und verliert mit der Gefällszunahme an der Dauerhaftigkeit, Güte und Betriebssicherheit. Die Ueberschreitung einer bestimmten Gefällsgrenze kann unter ungünstigen localen Verhältnissen zu einer vollständigen Gebrauchsuntüchtigkeit eines Fahrweges führen, und bietet ein steil angelegtes Verkehrsmittel folgende Nachtheile:

a) Die Erhaltung eines steilen Weges ist selbst bei sonst günstigen Verhältnissen kostspielig und schwierig, und können außerdem Umstände hinzutreten, welche eine Instandhaltung des Weges im erforderlichen Grade sogar unmöglich machen.

b) Steile Straßen erheischen die Anlage zahlreicher Ableitungsvorrichtungen für das Niederschlagwasser, und müssen jene auch mit größerer Sorgfalt und folgerichtig mit erhöhtem Aufwande in einem stetig brauchbaren Zustande erhalten werden.

c) Die Seitengräben werden mit Rücksicht auf das große Gefälle durch die abfließenden Tagwässer stark angegriffen, successive vertieft und aufgerissen, wenn sie nicht durch kostspielige Pflasterungen oder anderweitige Vorkehrungen in ausreichendem Grade geschützt worden sind.

d) Die Zugthiere werden bergab durch das Aufhalten der Last, bergan durch das Ueberwinden des Eigengewichtes und der Zuglast in einem höheren Maße erschöpft und nützen daher sowohl sich selber, als auch das Geschirr und das Fuhrwerk ungleich früher ab.

e) Steile Fahrwege erfordern bei dem Lastentransporte kräftiges Zugvieh, bessere und solidere Betriebsmittel, d. h. dauerhafte Wagen, festes Geschirr und ein gewandtes Personal.

f) Bei größeren Steigungen werden die Transportkosten trotz kurzer Weglänge gesteigert, weil die Verführung mehr Zeit erheischt und die Last vermindert oder die Zugkraft gesteigert werden muß.

g) Mit der zunehmenden Steigung eines Weges sinkt der erzielbare Leistungsaufwand, wenigstens im Allgemeinen.

Es ist selbstverständlich, daß sich bestimmte Vorschriften über Gefällsgröße und Gefällsvertheilung nicht geben lassen, weil ja dieser Gegenstand von zahlreichen localen Verhältnissen abhängt, insbesondere davon, ob und bis zu welchem Grade mit dem Gefälle an die zulässig äußerste Grenze gegangen werden kann.

Als allgemeine Gefällsregeln können immerhin folgende gelten:

1. Eine horizontale Weganlage ist thunlichst zu vermeiden und der Fahrbahn mindestens ein kleines Gefälle von $^1/_4$—$^1/_2$% zu geben, damit die Niederschläge schnell und vollständig abfließen und die Fahrbahn leichter trocken erhalten werden kann.

2. Gefällswechsel sollen sich nicht innerhalb zu kurzer Strecken wiederholen, und muß auch der Uebergang im Gefälle nur nach und nach derart erfolgen, daß mindestens 30—60 m Weglänge das gleiche Gefälle erhalten.

3. In keinem Falle darf aus einer Gefällssteigung unmittelbar in's Fallen übergegangen werden, sondern es ist Steigung und Fall durch eine 30—60 m lange nahezu horizontale Strecke zu verbinden.

4. Bei einem Fahrwege, auf dem Lasten nach beiden Richtungen verführt werden sollen, sind 2% das zweckmäßigste Gefälle, während andererseits 5% als äußerste Gefällsgrenze gelten mag, die nur ausnahmsweise bis zu 6% überschritten werden darf. *

---

* Böckelberg empfiehlt in der „Zeitschrift des hannoveranischen Architekten- und Ingenieurvereines" I., Seite 198, ein Gefälle für Wege

im Flachlande von	2·5—3 %
„ Hügellande „	3 —3·5 „
in Berggegenden von	3·5—5 „
im Hochgebirge „	5 —7 „

Nach Mittheilungen von Bär (Wasser- und Straßenbauverwaltung im Großherzogthume Baden) bestimmt eine badische Verordnung als Maximalgefälle

bei Hauptlandstraßen mit großem Verkehre	5 %
bei Seitenstraßen	6 „

5. Wenn der Lastentransport nur nach einer Richtung stattfinden soll, darf bei Waldwegen, die auch im Sommer mit Räderfuhrwerk befahren werden, das Gefälle nicht 10%, und bei Wegen, deren Benützung mittelst Schlitten nur auf den Winter beschränkt ist, nicht 15% übersteigen.

6. In starken Wegkrümmungen, in Kehren, Wenden oder Rampen, dann an engen Stellen, wo der Verkehr gefahrvoll ist, muß die Fahrbahn ein solches Gefälle erhalten, daß dem Verkehrsmittel ein sofortiges Anhalten ohne Schwierigkeit möglich ist. Es dürfte an Wenden und Kehren ein Gefälle von 0·5—3% am besten entsprechen.

7. Bei langen Wegstrecken mit unausgesetzter Steigung soll das Gefälle mit Rücksicht auf die zunehmende Ermüdung der Zugthiere nach aufwärts stufenweise abnehmen, und ist es für den Betrieb förderlich, wenn unter solchen Verhältnissen von Strecke zu Strecke Halt- oder Ruheplätze — allenfalls bei Verladestellen — Wegeinmündungen ꝛc., angelegt werden, damit sich die Zugthiere erholen können.

8. Innerhalb einer ansteigenden Weglinie darf ein Gegengefälle, d. h. ein Rückgefälle nur im Falle einer zwingenden Nothwendigkeit in Anwendung kommen oder wenn damit besondere Zwecke erreicht werden sollen; z. B.:

a) wenn hiedurch die Fahrbarkeit des Weges in keiner Weise beeinträchtigt wird;
b) wenn durch ein kleines Gegengefälle die Weganlage wesentlich gekürzt wird, wodurch wieder eine namhafte Ersparung an den Baukosten erzielt werden kann;
c) wenn durch ein Gegengefälle ein schwieriges oder vollständig unbenützbares Baugelände vermieden wird;
d) wenn nur auf diese Weise wichtige Betriebsobjecte oder Manipulationsplätze in die Weganlage einbezogen werden können, oder
e) wenn durch ein Rückgefälle die Ueberschreitung einer fremden und nicht käuflichen Grundparcelle vermieden wird.

Unter der Voraussetzung, daß die mit einer bestimmten Zugkraft zu bewegende Last bekannt ist, kann auch im Wege der Berechnung die zulässige Maximalsteigung gefunden werden; denn es muß bekanntermeise die Zugkraft P den Widerstand bewältigen, der sich der Fortbewegung eines Fahrmittels entgegenstellt. Dieser Widerstand ist aber das Product aus der zu bewegenden Last Q, der Reibung f, daher auf horizontalem Wege $P = f \cdot Q$, während die Zugkraft auf einem unter dem Winkel α ansteigenden Wege unter der Annahme, daß das Gewicht der Zugthiere gleich G ist, $P = f \cdot Q \cos \alpha + (Q + G) \sin \alpha$ wird, $\frac{P}{\cos \alpha} = f\,Q + (Q + G)\,\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = f\,Q + (Q + G)$ tang α. Nachdem cos α in der Praxis gleich 1 gesetzt werden kann, so ist $P = f\,Q + (Q + G)$ tang α, oder die Maximalsteigung in der weiteren Voraussetzung, daß sich die Zugkraft auf kurzen

---

bei Gebirgsstraßen, die nicht zur Classe der Hauptstraßen gehören 8%
auf Wendeplatten (Kehren) . . . . . 2 „

Die Circularverfügung des preußischen Handelsministeriums vom 18. Mai 1871 bestimmt als Maximalsteigungen

in gebirgigen Gegenden . . . . . 5 %
im Hügellande . . . . . 4 „
„ Flachlande . . . . . 2·5 „

Nach Laissle (I. Band, von E. Heusinger v. Waldegg) soll das Maximalgefälle bei Hauptstraßen
in der Ebene 3%
im Hügellande . . . . . 5— 6 „
im Gebirge . . . . . 7 „
bei Vicinalstraßen . . . . . 6— 8 „
„ Feld- und Waldwegen mit Thaltransport . . . . . 10 „
nicht übersteigen.

Ansteigungen und bei einer entsprechenden Verringerung der Fahrgeschwindigkeit verdoppeln kann, ist $\text{tang}\,\alpha = \frac{2 \cdot P - f\,Q}{Q + G}$. Nachdem für eine horizontale Anlage $P = f\,Q$ ist, so ist weiters $\text{tang}\,\alpha = f \cdot \frac{Q}{Q + G}$, und wird das Gewicht der Zugthiere einschließlich des Gewichtes des Transportmittels außer Betracht gelassen, so erhält man $\text{tang}\,\alpha = f$, d. h. die Tangente des zulässig höchsten Neigungswinkels kann unter der Bedingung, daß die Zugthiere nur auf das Doppelte der normalen Zugkraft in Anspruch genommen werden, gleich dem der Fahrbahn entsprechenden Reibungscoefficienten gesetzt werden, woraus wieder die zwei weiteren Schlüsse abgeleitet werden können:

a) Die zulässige Wegsteigung kann für kurze Strecken gleich dem Widerstandscoefficienten angenommen werden, und

b) je kleiner der Widerstandscoefficient, d. h. je glatter die Fahrbahn eines Weges ist, um so geringer stellt sich die zulässige Maximalsteigung, damit für jene Last, die auf horizontaler Strecke gefördert werden kann, keine Vermehrung der Zugkraft durch Vorspann nothwendig wird.

§. 65. Nivellirinstrumente.

Einer jeden Weganlage muß eine Terrainaufnahme vorausgehen, d. h. es ist die Weglinie an der Hand eines entsprechenden Instrumentes, und zwar in jener Richtung aufzusuchen, welche bereits bei der ersten Terrainbegehung, unter gleichzeitiger Berücksichtigung der maßgebenden localen Verhältnisse als die beste und zweckmäßigste erkannt wurde. Der Grad der Genauigkeit steht natürlich mit der Wichtigkeit der Anlage im Zusammenhange. Es soll übrigens selbst bei untergeordneten Weganlagen ein Nivellement mit einem dem Zwecke entsprechenden Instrumente nicht etwa aus Sparsamkeitsgründen, unterbleiben; vermag es ja doch auch das geübteste Auge nicht, eine Weglinie fehlerfrei aufzusuchen und auszustecken. Die verhältnißmäßig geringen Kosten eines Nivellements werden durch die Vortheile mehrfach ersetzt, die von einer zweckmäßig gelegten Wegtrace mit Grund zu erwarten sind. Es kann sonach eine Sparsamkeit in dieser Richtung nur nachtheilige Folgen nach sich ziehen, die später bei dem Bau- und Betriebsaufwande in fühlbarer Weise hervortreten dürften.

Für kurze und untergeordnete Weganlagen genügt das Nivellirdiopter; für größere und wichtigere Aufgaben jedoch wähle man jedenfalls Fernrohrinstrumente; denn während die erzielbare Genauigkeit bei dem ersteren bis zu $\frac{1}{12000}$ getrieben werden kann, ist mit Hilfe des letzteren je nach Construction und Güte eine solche bis zu $\frac{1}{100000}$ zu erreichen. Die Fernrohrinstrumente sind zwar theuer, gestatten aber mit Rücksicht auf die damit ausgeführten Arbeiten den erforderlichen Grad der Genauigkeit, die Wahl größerer Distanzen und sind daher arbeitsfördernd, so zwar, daß die höheren Anschaffungskosten sich reichlich verzinsen werden. Theodolithe und die unterschiedlichen Universalinstrumente sind für das Nivellirgeschäft zu schwerfällig und zu complicirt.

§. 66. Allgemeine Vorschriften für das Nivelliren.

Beim Aufsuchen einer Weglinie oder dem Nivelliren beachte man mit Rücksicht auf die Handhabung und Behandlung des Instrumentes, die Markirung der Wegpunkte, die Vormerkung der gefundenen Messungsergebnisse folgende allgemeine Regeln:

1. Jedes Instrument ist vor seiner Gebrauchnahme auf den Grad seiner Genauigkeit zu prüfen*, erforderlichenfalls nach Zulässigkeit entweder in eigener Person oder durch einen Mechaniker zu rectificiren. Selbstverständlich muß die Prüfung und Berichtigung des Instrumentes während einer längeren Benützungsdauer mehrmals wiederholt werden.

2. Von der möglichsten Reinhaltung eines Instrumentes hängt die Dauer seiner Güte und Brauchbarkeit ab; es soll daher dasselbe nach jedesmaliger Benützung in all' seinen Theilen sorgfältig gereinigt und an den sich reibenden Metalltheilen mit Olivenöl oder Klauenfett eingeölt, beziehungsweise eingefettet werden. Während des Gebrauches im Freien ist es thunlichst vor Nässe, Staub und grellem Sonnenlichte zu schützen.

3. Bei der Arbeit ist das Instrument auf einer soliden und sicheren Stelle, die erforderlichenfalls entsprechend herzurichten, beziehungsweise durch eingeschlagene Pflöcke oder aufgelegte Bretter oder durch Beseitigung der obersten beweglichen Humusschichte zu festigen ist, mit aller Sorgfalt horizontal zu stellen und das Einrichten, Visiren und Ablesen mit der zulässig größten Schärfe vorzunehmen, weil sonst das Ergebniß selbst mit dem besten Instrumente nur von einem untergeordneten Werthe bleibt, wenn es nicht etwa ganz unbrauchbar wird.

4. Alle Vormerkungen und Skizzen sind deutlich und möglichst vollständig auszuführen, so zwar, daß die Arbeit jederzeit an einen Zweiten übertragen und von diesem auch verstanden, beziehungsweise fortgesetzt werden kann.

5. Vor dem eigentlichen Beginne der Arbeiten, bezüglich vor dem Nivelliren ist es sehr zu empfehlen, ja bei umfangreichen Tracirungsarbeiten im schwierigen Terrain geradezu unumgänglich nothwendig, das Arbeitsgebiet wiederholt einer gründlichen Begehung und Prüfung im Punkte der localen Terrainverhältnisse zu unterziehen, wobei einerseits die Stationslängen, andererseits die zulässigen Varianten der Trace erwogen und festgesetzt werden sollen.

6. Auf Grundlage der bei dieser genauen Begehung gewonnenen Erfahrungen ist der Arbeitsgang im Allgemeinen festzustellen, der dann auch im Interesse der Arbeitsförderung thunlichst einzuhalten ist.

7. Die Profilpunkte sind vor der Anvisirung durch eingeschlagene Grund- oder Bodenpflöcke festzulegen, einzumessen und sodann auf ihre Höhe zu bestimmen. Wenn der Bau nicht sogleich der Tracirung folgen sollte, so müssen die wichtigsten Profilpunkte an unverrückbare und nachmeßbare Marken (Fixpunkte) angeschlossen werden, um in dem Falle, als der eine oder andere Profilpunkt verloren gehen sollte, eine leichte Nachbestimmung zu ermöglichen. Zu dem Profilpunkte oder Profilpflocke wird ein zweiter Pflock mit der Stationsbezeichnung hinzugeschlagen. Als Fixpunkte können in stehenden Bäumen eingeschnittene Kerben, Marken in Felsen, Brücken oder in den Boden eingesetzte und fest verankerte Pfähle benützt werden.

8. In fließenden Gewässern oder innerhalb einer Abrutschung, wo Erdnachsitzungen zu gewärtigen sind, werden keine Profilpflöcke geschlagen, sondern genügt es, wenn diese Punkte durch Fixpunkte am Ufer oder an einer festen Stelle — durch Rückmarken — bestimmt werden.

---

* „Niedere Geodäsie," von Bauer, Seite 411. — „Lehrbuch der praktischen Geometrie," von J. Hemoch, II. Theil. — Hunäus' „Instrumentallehre".

9. Beim Nivelliren sind alle Gegenstände, welche das genaue Sehen oder Ablesen an der Latte beirren könnten, aus der Visirlinie zu entfernen.

10. Bei wichtigen Weganlagen muß das erste Nivellement zur Controle wiederholt werden; es wäre eine Oberflächlichkeit, dieses etwa aus Ersparungsrücksichten zu unterlassen. Ein nochmaliges Nachmessen und Nachbestimmen der Coten ist, trotzdem es den Zeit- und Kostenaufwand erhöht, unerläßlich nothwendig, wenn nicht unabänderliche Gebrechen in Folge eines begangenen Fehlers in der ersten Aufnahme sich einschleichen sollen.

§. 67. Von den Nivellirmethoden.

Das Ausmitteln der Wegrichtung oder das Nivelliren kann nach zwei verschiedenen Methoden vorgenommen werden. Man unterscheidet nämlich das Nivelliren aus den Enden und das Nivelliren aus der Mitte. Beide Methoden können bei einer Wegtracirung Anwendung finden; doch wird in der Praxis vorwiegend die letztere der ersteren vorgezogen.

A. Das Nivelliren aus den Enden.

Soll der Höhenunterschied zweier Punkte A und C nach dieser Methode bestimmt werden, so wird das Instrument über den Anfangspunkt A in der Art horizontal aufgestellt, daß das Ocular des Fernrohres senkrecht über den Aufstellungspunkt A zu stehen kommt. Inzwischen stellt der Gehilfe die Nivellirlatte oder Zielscheibe in einem Zwischenpunkte B auf. Die Entfernung des Punktes B muß jedoch so gewählt sein, daß die Latte noch von der horizontalen Visirrichtung getroffen wird, d. h. der relative Höhenunterschied mehr der Instrumentenhöhe darf die Höhe der Latte nicht übersteigen. Der Gehilfe schiebt sodann die Zielscheibe bei senkrechter Stellung der Latte so lange nach auf- und abwärts, bis der Kreuzungspunkt der Scheibe mit der Visirrichtung zusammenfällt. Die Entfernung der Zielscheibe vom Fußpunkte der Latte wird abgelesen und um die Instrumentenhöhe vermindert oder vermehrt, je nachdem B tiefer oder höher als A liegt. Das letztere Ergebniß ist sodann der Höhenunterschied zwischen den Punkten A und B.

In gleicher Weise wird der Höhenunterschied zwischen den Punkten B und C ermittelt, beziehungsweise in B das Instrument und in C die Latte in der vorbeschriebenen Weise aufgestellt. Die gefundenen Unterschiede von AB und BC summirt, geben sodann den relativen Höhenunterschied der beiden Punkte A und C. Förderlich und noch genauer wird die Arbeit, wenn die Latte zum Selbstablesen eingerichtet ist.

Nachdem die Stationen bei dem Nivelliren aus Terrainrücksichten, beziehungsweise aus Rücksichten auf die verfügbaren Lattenhöhen nicht zu lang genommen werden, wird in der Praxis die Lattenablesung nicht weiter corrigirt, d. h. es bleibt der Einfluß der Erdkrümmung und Strahlenbrechung unberücksichtigt.

B. Das Nivelliren aus der Mitte.

Das Nivelliren aus der Mitte unterscheidet sich von der vorbeschriebenen Methode
das Instrument in keinem der Profilpunkte, sondern immer zwischen zweien
ufgestellt wird.
beispielsweise der relative Höhenunterschied zwischen zwei gegebenen Punkten
rmittelt werden, so stellt man sich mit dem Instrumente zwischen den zwei

Punkten derart auf, daß sowohl die Instandsetzung des Instrumentes, als auch die unbehinderte Anvisirung der beiden Punkte A und B möglich ist. Nun wird die Latte auf dem Punkte A, sodann auf dem Punkte B durch den Gehilfen senkrecht aufgestellt, und ist die Differenz der hiedurch erhaltenen zwei Ablesungen der relative Höhenunterschied der Punkte A und B.

Die Vortheile dieser Methode bestehen darin:

a) daß für die Aufstellung des Instrumentes ein entsprechender Standpunkt gewählt und hergerichtet werden kann, ein Moment, welches bei einer Wegtracirung im Hochgebirge unter schwierigen Terrainverhältnissen bedeutende Vortheile sichert;
b) können die Profilpunkte in größere Entfernungen verlegt werden, weil man nur in halber Entfernung mit dem Instrumente steht und daher ein Einvisiren noch unter Umständen vornehmen kann, wo dies bei der erstgenannten Nivellirmethode nicht mehr möglich ist;
c) die Correction der Ablesung mit Rücksicht auf die Strahlenbrechung und Erdkrümmung entfällt bei dieser Methode, weil hier die nothwendigen Abzüge bei dem einen Lattenablesen positiv, bei dem anderen negativ sind und sich daher gegenseitig aufheben, wenn sonst das Instrument genau in der Mitte zwischen den Profilpunkten aufgestellt wurde;
d) die Arbeiten gewähren selbst dann ein fehlerfreies Resultat, wenn das Instrument keinen richtigen scheinbaren Horizont beschreiben sollte, und entfällt
e) die zeitraubende und nicht immer genau durchführbare Messung der Instrumentenhöhe.

§. 68. Das Aufsuchen der Weglinie nach dem Gefälle.

Bei Ausmittlung einer Weglinie oder bei Tracirungsarbeiten, die sich auch auf die Reconstruction bestehender Anlagen beziehen, sind zwei Fälle möglich, indem

a) entweder eine Weglinie unter einem gegebenen Gefälle zu suchen, oder
b) der relative Höhenunterschied zweier gegebener Punkte zu ermitteln ist.

Im ersteren Falle ist ein Punkt A gegeben und ein zweiter Punkt B unter dem festgesetzten Gefälle zu suchen. Die Entfernung von A nach B ist die mit Rücksicht auf die Terrainverhältnisse, das Instrument und den erwünschten Genauigkeitsgrad festgesetzte Stations- oder Profillänge, deren relativer Höhenunterschied somit nach Maßgabe des gegebenen Gefälles berechnet werden kann. Wird nun das Instrument auf eine geeignete Stelle zwischen dem gegebenen Punkte A und dem zu suchenden Punkte B aufgestellt und der mit der Handhabung der Nivellirlatte betraute Gehilfe auf den Punkt A entsendet, so ergibt die Lattenablesung den Höhenunterschied zwischen dem Punkte A und dem Ocular des Instrumentes. Zu dieser Ablesung ist sodann der bereits durch Rechnung gefundene relative Höhenunterschied von A nach B hinzuzuschlagen oder davon in Abzug zu bringen, je nachdem der Punkt A tiefer oder höher als B liegen sollte. Auf dieses Maß ist nun die Zielscheibe der Latte einzustellen. Mit der gestellten Latte begibt sich der Gehilfe auf jene Stelle, wo muthmaßlich der Punkt B einfallen könnte, und bewegt sich mit der Nivellirlatte, ohne jedoch die eingestellte Zielscheibe aus ihrer Lage an der Latte zu verrücken, so lange nach auf- oder abwärts — stets in der gleichen Entfernung vom Punkte A, d. i. in der gegebenen Stationslänge — bis der Mittelpunkt der Zielscheibe von dem Visir des Instrumentes getroffen wird. Tritt das letztere ein, so ist der Fußpunkt der Nivellirlatte der gesuchte Punkt B.

Handelt es sich dagegen um die Reconstruction einer bestehenden Anlage oder um die Führung der Weglinie in einer bestimmten und gegebenen Richtung, beispielsweise in der Sohle eines Thales, dann tritt der zweite Fall ein, nämlich die leichtere Aufgabe, zwischen den gegebenen Punkten den Höhenunterschied zu suchen. Dieselbe wird

nun mit Hilfe des beschriebenen Verfahrens, des Nivellirens aus der Mitte, gelöst, nachdem zuvor in der gegebenen Richtung die Profilpunkte durch Messungen ermittelt und durch entsprechend fest eingeschlagene Pflöcke bestimmt worden sind. Untergeordnetere Anlagen können, wenn gute Schichtenplankarten zur Verfügung stehen, in der bereits bei den Schlagwegen angedeuteten Weise ohne jedes Nivellement bestimmt werden.

Bei dem Aufsuchen der Wegrichtung nach dem Gefälle soll man nicht bis an die zulässig höchste Gefällsgrenze gehen, weil sonst bei der nachfolgenden Abrundung der Winkelzüge in der horizontalen Ebene Verkürzungen unvermeidlich werden können, wodurch dann das Gefällsmaximum überschritten werden würde.

§. 69. Das Auftragen der Situation und die Abrundung der Winkelzüge in der horizontalen Ebene.

Mit dem Nivelliren oder Ausmitteln der Weglinie wird unter Einem auch die Situation oder der planimetrische Verlauf des Weges aufgenommen, mit Ausnahme des Falles, daß das zum Nivelliren verwendete Instrument dies nicht gestattete. In diesem Falle müßte dem Nivelliren die Aufnahme mit einem zweiten, hiezu geeigneten Instrumente nachfolgen; denn eine graphische Darstellung der Weglinie bei wichtigen Anlagen ist nicht zu entbehren und erleichtert wesentlich die nachfolgende Aussteckung und Festlegung des Längenprofiles und der Querprofile.

Nach dem ersten Nivellement stellt sich die Weglinie als eine vielfach gebrochene gerade Linie dar, die dann erst nach bestimmten Gesetzen ausgerichtet werden muß, d. h. man sucht unwesentliche Brechungen in einen geraden Zug zu vereinigen und stärkere Krümmungen in zweckmäßig geformte Curven umzuwandeln, für welch' letztere gleichzeitig der Krümmungshalbmesser ermittelt wird.

Beim Ausgleichen oder Ausrichten der Situation sind folgende Grundregeln zu beobachten:

1. Darf das Ausgleichen der Zuglinie nicht über eine gewisse Grenze hinaus getrieben werden, weil sonst die Auf- und Abtragsarbeiten, wenn keine Gefällsänderungen statthaft sein sollten, große Dimensionen annehmen, wodurch der Baukostenaufwand in unnöthiger Weise erhöht würde, d. h. man darf der Schönheit der Straßenanlage keine unverhältnißmäßigen Opfer bringen. Wohl aber muß die Ausgleichung der Wegrichtung insoweit platzgreifen, daß ein Verkehr, beziehungsweise die natürliche Fortbewegung der beladenen Fuhrwerke nicht behindert werde.

2. Bei den Curven und Rampen (Kehren) ist der Krümmungshalbmesser derart zu wählen, daß auf dem Wege selbst der Transport oder die Verführung von Langholz wenigstens bis zu bestimmten Längendimensionen ohne Schwierigkeiten möglich ist.

3. Sind Gegencurven stets durch eine geradlinige Strecke miteinander zu verbinden.

4. Müssen Wegeinmündungen, wenn der Weitertransport nach beiden Richtungen erfolgen soll, annähernd unter einem rechten Winkel angelegt werden. Erfolgt dagegen die Weiterfahrt nur nach einer Richtung, so ist die Einmündung unter einem spitzen Winkel, und zwar in der Richtung der Weiterfahrt zu führen.

5. Muß den Zufahrten zu den größeren Brückenobjecten eine ganz besondere Sorgfalt zugewendet werden, d. h. es müssen die beiderseitigen Zufahrten in den zulässig größten Bögen geführt werden, wenn sie in eine Krümmung fallen, was oft genug der Fall sein wird.

Es liegt nun auf der Hand, daß mit der Größe der Krümmungshalbmesser bei Curven und Kehren der Kostenaufwand für die gesammte Weganlage sich steigern wird, während im Gegentheile, d. h. wenn bei der Bemessung der Radien eine zu große Sparsamkeit vorwalten sollte, leicht die Brauchbarkeit des Weges in Frage kommen kann. Die

richtige Bestimmung des zulässig kleinsten Bogens spielt somit bei der Kostenfrage und bei der Zweckmäßigkeit einer Weganlage stets eine hervorragende Rolle.

Im Allgemeinen wird der zulässig kleinste Bogenhalbmesser bedingt:

1. von der Breite des Weges;
2. von der Beschaffenheit des an die Weglinie anstoßenden Geländes, beispielsweise von dem Umstande, ob die Krümmung in einem Einschnitte oder auf einer Andämmung liegt; im letzteren Falle genügt ein kleiner Krümmungshalbmesser, während gegenüber der erstbezeichneten Terrainbeschaffenheit der gleiche Zweck nur mit einem größeren Radius zu erreichen ist;
3. von der Art und Beschaffenheit der Wagen, und zwar:
   a) von der Beweglichkeit der Vorderachse und der Deichsel,
   b) von der Beweglichkeit des Hintergestelles,
   c) von der Entfernung der beiden Gestellachsen,
   d) von der Spurweite oder Länge der Gestellachsen,
   e) vom Raddurchmesser;
4. von der Breite des geladenen Wagens;
5. von der Art der Bespannung;
6. von der Länge des zu verführenden Holzes oder sonstiger Lasten.

Von Wesenheit ist ferner der Umstand, ob bei dem Langholztransporte der Hinterwagen fest ist, oder ob derselbe im Bedarfsfalle, d. i. bei dem Ausfahren der Bögen gelockert werden kann, in welch' letzterem Falle der Wagen Bögen von halb so großem Krümmungshalbmesser passiren wird, als mit gefestigtem Hinterwagen.

Schuberg empfiehlt als Erfahrungszahlen über die geringstzulässige Größe der Halbmesser folgende Sätze, und zwar:

a) für Gegenden, wo nur eine Brennholzwirthschaft getrieben wird, 10—16 m;
b) für Gegenden mit Nutzholzwirthschaft, wo aber sehr lange Stämme vor der Abfuhr in kurze Stücke aufgeschnitten werden, oder wo die Lockerung der Wagengestelle üblich ist, 15—24 m,
c) wo selbst lange Stämme mit befestigtem Hinterwagen verführt werden sollen, 30—40 m, höchstens 60 m.

Für die Berechnung des kleinsten Halbmessers empfiehlt Dengler die in Hannover vorgeschriebene Formel $r = \frac{l^2}{2\,b}$* und Schuberg $r = \frac{l^2}{4\,b} - \frac{b}{4}$, wobei man $\frac{b}{4}$ mit Rücksicht auf seine Kleinheit in vielen praktischen Fällen vernachlässigen darf. In den Formeln ist r der Krümmungshalbmesser, l die Länge des Fuhrwerkes und b die Wegbreite. Nach der hannoveranischen Formel berechnen sich die Halbmesser um das Zweifache größer, als sie sich nach der Schuberg'schen Formel ergeben würden. Aus der letzteren Formel resultirt die Wegbreite bei gegebenem Krümmungshalbmesser r: $b = \sqrt{l^2 + 4\,r^2} - 2\,r$.

§. 70. Das Auftragen des Längenprofiles und die Abrundung der Winkelzüge in der verticalen Ebene.

Gleichwie die Situation, muß auch das Längenprofil eines Weges, und zwar vor der endgiltigen Festlegung in der Natur graphisch dargestellt werden. Es ist diese Darstellung für die nothwendige Abrundung der Winkelzüge in der verticalen Ebene unerläßlich und erfolgt in der Weise, daß die Längen der Profilstrecken, beziehungsweise die Entfernungen der durch das Nivellement bestimmten Wegpunkte auf einer horizontalen Linie — Abscisse — nebeneinander aufgetragen werden. In den einzelnen Profil- oder Stations-

* Nach dieser Formel sind in der Tabelle XIX die Halbmesser für gegebene Wegbreiten und Länge der Fuhrwerke berechnet.

punkten werden sodann auf die Abscisse senkrechte Linien — Ordinaten — errichtet und auf letztere die auf den Null- oder Anfangspunkt des Nivellements bezogenen Höhen der einzelnen Profilpunkte aufgetragen. Die auf den Ordinaten bestimmten Punkte geben, wenn sie untereinander durch gerade Linien verbunden werden, das graphische Bild der Bodengestaltung in der Richtung der geplanten Weganlage. Durch die vielfach nothwendig gewordenen Verschiebungen an der Situation der Weglinie, beziehungsweise durch die Abrundung der Winkelzüge in der horizontalen Ebene wird auch das Längenprofil mehrfache Aenderungen erfahren haben und daher nicht mehr unter den ursprünglich eingehaltenen Gefällsverhältnissen verlaufen.

Wenn man nun in der oben beschriebenen Weise auf die Ordinaten die den erwünschten Gefällsverhältnissen entsprechenden Höhen aufgetragen und die auf diese Art erhaltenen Punkte gleichfalls durch eine fortlaufende Linie verbunden hat, so ergeben die beiden Linien, von denen die eine die gegenwärtige Bodengestaltung, die andere die künftige Straßennivellette darstellt, die erforderlichen Auf- und Abtragsarbeiten. Die Größe der Massenbewegung hat aber einen hervorragenden Antheil an den Gesammtkosten der Anlage, und so liegt es theilweise in unserer Hand, durch eine zweckmäßige Vertheilung des Gefälles oder durch zulässige Verschiebungen der Weglinie in der horizontalen Ebene die zu bewegenden Massen auf das zulässige Minimum herabzusetzen.

Gleichzeitig läßt sich damit auch eine entsprechende Vertheilung und Ausgleichung der Auf- und Abtragsmassen anstreben, ein Umstand, welcher unter manchen Verhältnissen gleichfalls zur Verminderung des erforderlichen Aufwandes wesentlich beitragen kann. Bei der graphischen Darstellung des Längenprofiles braucht nicht für die Höhen- und Längenmaße der gleiche Maßstab angenommen zu werden; es empfiehlt sich im Gegentheil, mit Rücksicht auf die Deutlichkeit der Darstellung, die Wahl eines größeren Maßstabes für die Höhencoten.

§. 71. Das Ausstecken des Längenprofiles.

Mit dem Einschlagen der Nivellir- oder Profilpflöcke ist streng genommen die Wegrichtung bereits festgelegt, und kann es sich nur noch darum handeln, jene Aenderungen, welche durch die Abrundung der Winkelzüge in der horizontalen Ebene entstanden sind, in die Natur zu übertragen. Das Ausstecken des Längenprofiles umfaßt daher nachstehende Arbeiten:

1. das Uebertragen jener Aenderungen, welche durch das Abrunden der Winkelzüge in der horizontalen Ebene hervorgerufen worden sind, d. h. der an der Situation als zweckmäßig anerkannten Verschiebungen;
2. die Bestimmung von Zwischenpunkten;
3. das genaue Ausstecken der Curven, Kehren (Wenden).

Sollten innerhalb der Situation größere Verschiebungen als nothwendig erkannt worden sein, dann werden diese mit Hilfe von Abscissen und Ordinaten in die Natur übertragen, wenn nicht etwa die Benützung des Nivellirinstrumentes vorgezogen werden sollte, mit dem in einem solchen Falle allerdings schneller und sicherer gearbeitet wird.

Was die Bestimmung von Zwischenpunkten anbelangt, so sind letztere nicht unbedingt nöthig und können namentlich dann gänzlich entfallen, wenn die unmittelbare Bauleitung einem geübten Straßenbauer übertragen werden kann. Unter anderen Umständen tragen sie aber wesentlich zur Sicherheit und Deutlichkeit der Wegrichtung bei, und ist ja deren Bestimmung mit einem verhältnißmäßig kleinen Zeit- und Kostenaufwande verbunden.

Zwischenpunkte lassen sich selbstverständlich mit dem Instrumente ausmitteln, werden jedoch in der Praxis fast ausschließlich durch Verwendung der bekannten Wegkreuze schnell und billig in der Weise bestimmt, daß diese auf zwei gegebene Niveaupunkte gestellt werden, während durch das entsprechende Einrichten oder Einvisiren eines dritten Kreuzes die Zwischenpunkte nach Erforderniß bestimmt werden. Selbstverständlich dürfen die Profilpunkte durch die Handhabung der Wegkreuze nicht verrückt oder verändert werden.

Mit der zunehmenden Unregelmäßigkeit eines Geländes, wie dies im Gebirge stets die Regel ist, nehmen die Winkelzüge der Wegrichtung an Größe und an Zahl zu. Die Umwandlung derselben in zweckmäßige Bogenlinien gehört zu den wichtigeren Aufgaben der Wegtracirung, weil ohne eine solche Ausgleichung oder Ausrichtung der Weglinien die Benützung der Anlage in vielen Fällen geradezu ausgeschlossen würde oder es doch zu vielfachen Erschwerungen des künftigen Betriebes führen müßte.

§. 72. Das Abstecken der Curven, Kehren und Wendeplätze.*

Von den vielen Methoden, Curven auszustecken, werden in der Praxis die nachstehenden am häufigsten angewendet:

1. Das Ausstecken eines Bogens mit Hilfe einer Meßkette oder einer Leine.

Gestatten die Terrainverhältnisse eine freie Bewegung mit einer Kette oder Leine, dann wird zunächst in die Natur der Mittelpunkt des Kreises übertragen und aus diesem dann der Bogen in der Art ermittelt, daß das eine Ende der Leine oder Kette im Mittelpunkte befestigt wird, während mit dem anderen der Bogen entweder unmittelbar gezogen werden kann, oder es wird in dem Falle, als die Fläche bestockt sein sollte, durch ein öfteres Durchstecken der Kette eine genügende Anzahl Bogenpunkte bestimmt.

2. Das Ausstecken eines Bogens mit Hilfe von Abscissen und Ordinaten.

Sollen mehrere Punkte der Straßentrace zu einem Bogen vereinigt werden, so wird der entsprechende Bogen unmittelbar im Situationsplane oder, wenn dieser in einem zu kleinen Maßstabe angefertigt sein sollte, selbstständig in einem größeren Maßstabe auf dem Papiere construirt. Nun wird dieser Bogen in die Natur derart übertragen, daß man auf der durch den Anfangs- und Endpunkt des Bogens piquirten Linie die dem Plane entnommenen Abscissen und hierauf auf die mit Hilfe einer Kreuzscheibe oder eines Winkelinstrumentes errichteten Senkrechten die Ordinaten aufträgt. Die Punkte auf den Ordinaten geben miteinander verbunden den gewünschten Bogen.

Im geneigten Terrain muß das Messen der Abscissen und Ordinaten mittelst Latte und Wasserwage erfolgen.

3. Das Bogenausstecken nach der Viertelmethode.

Sind die Bogenanfänge und die Bogenmitte gegeben, so können weitere Bogenpunkte gefunden werden nach dem bekannten Gesetze, daß die Pfeilhöhen der Sehnen

---

* Wir verweisen hier auf die einschlägigen Artikel im „Tharander Forstlichen Jahrbuche" 1876: „Das Abstecken der Serpentinen beim Waldwegebau mit Erzielung möglichster Ersparniß an Kosten und Waldgründe ꝛc.," von Ed. Heyer; — in der „Oesterreichischen Vierteljahresschrift", Jahrgang 1883, III. Quartal: „Studien über Wegtracirung und das Abstecken von Wegcurven," von J. Marchel, Assistent an der k. k. Hochschule für Bodencultur.

eines Bogens annähernd im quadratischen Verhältnisse abnehmen. Sind A und B in Fig. 49, I die Bogenenden, c die Bogenmitte, so ist $cd = p$ die Pfeilhöhe des Bogens AcB. Werden weiters die Punkte A und c, dann B und c miteinander verbunden und im Mittelpunkte senkrechte Linien errichtet und hierauf der vierte Theil der Pfeilhöhe p, daher $\frac{p}{4}$ aufgetragen, so sind e und e′ Punkte des Bogens. Weitere Bogenpunkte können in gleicher Weise bestimmt werden, wenn auf die Linien Ae, ec, ce′ und e′B die Ordinaten $\frac{p}{16} = \frac{p'}{4}$ aufgetragen werden u. s. w.

Diese Methode empfiehlt sich unter Verhältnissen, unter denen für das Aussteckeu eines Bogens mit Abscissen und Ordinaten nicht der genügende Raum im Freien vorhanden ist.

4. Das Curvenaussteckeu mittelst der Halbirungsmethode.

Sind A und B in Fig. 49, II die Bogenenden, C der Schnittpunkt der in A und B errichteten Tangenten, und werden die Linien AC und CB in den Punkten a und b halbirt, so ist die Mitte c der Linie ab der Scheitel der Curve. Sollen weitere Punkte derselben bestimmt werden, dann theile man ac und Aa, bc und Bb in gleiche Theile, verbinde e mit d und a′ mit e′, und es sind dann die Mittelpunkte der Linien ed und e′d′, beziehungsweise die Punkte f und f′, Punkte der Curve. Die mittelst dieser Methode ausgesteckten Curven sind keine Kreisbögen, sondern nehmen die elliptische oder parabolische Form an.

5. Die Curvenabsteckung durch directes Aufsuchen der Bogenpunkte.

Wenn beispielsweise der Punkt A mit K durch einen Bogen verbunden werden soll, und AB und KB die Wegfortsetzungen, gleichzeitig Tangenten des Bogens sind, so kann mit der Absteckung, die das erstemal probeweise versucht wird, vorgegangen werden, wie folgt:

Auf die Verlängerung von AB (Fig. 49 III) trägt man einen bestimmten Abstand $BC = a$ von 5 bis höchstens 20 m auf und errichtet in C ein Perpendikel $eD = b$ in der Länge von einigen Metern. Man erhält auf diese Art in D einen Punkt der Curve. Wird in gleicher Weise BD verlängert, $DE = a$ und das Perpendikel EF in einer Länge von 2.b errichtet, so ist F ein zweiter Punkt der Curve. In dieser Art wird nun fortgefahren, bis man in die Nähe des zweiten gegebenen Punktes K gelangt. Wird derselbe mit dem letzten Perpendikel nicht erreicht, so muß die Differenz d auf die Anzahl der Stationen n vertheilt werden, d. h. man beginnt mit der Absteckung des Bogens, vermehrt oder vermindert aber das 2 b um den ermittelten Antheil der Differenz $2\,b \pm \frac{d}{n}$.

Will man mittelst dieses Absteckungsverfahrens ungleichförmige Curven construiren, dann braucht das 2 b, d. i. die Länge der Ordinate, nur progressiv verlängert oder verkürzt zu werden.

Bei dieser Methode entfällt das zeitraubende und umständliche Messen einer größeren Anzahl von horizontalen Linien und kann man aus einer Weglinie unmittelbar in einen Bogen übergehen, ohne dessen Mittelpunkt erst aufsuchen zu müssen. Mit Rücksicht auf seine Einfachheit wird dieses Absteckungsverfahren sehr häufig bei Weganlagen im Gebirge angewendet, während die erstbeschriebenen Methoden mehr den Verhältnissen des ebenen Terrains entsprechen.

6. Die Methode der Winkeltheilung.

Dieselbe kann angewendet werden, wenn beide Bogenanfänge A' C', der Schnittpunkt B (Fig. 49 IV) der Bogentangenten oder Wegfortsetzungen bekannt sind. Die Linien A B und B C werden in eine beliebige Anzahl gleicher Theilstücke zerlegt; man erhält sodann im Schnittpunkte der correspondirenden Theilungslinien die gewünschten Bogenpunkte a, b, c.

7. Die Coordinatenmethode oder das Aussteckeu der Bögen mit Hilfe von Tafeln.

Schuberg hat im Anhange seines „Waldwegbaues" die erforderlichen Tafeln II und III aufgenommen, auf welche hier hingewiesen werden soll.

Das Abstecken von Kehren (Rampen), Wenden und Wendeplätzen.

Die Wendeplätze sind Wegerbreiterungen mit einer thunlichst kreisförmigen Ausrundung, so zwar, daß den Fuhrwerken an solchen Stellen das Umwenden möglich wird, während man unter Rampen (Serpentinen) oder Kehren jene Bogenlinien versteht, welche dort angelegt werden müssen, wo eine Straßenlinie die einmal angenommene Richtung unter einem spitzen Winkel verläßt. Die Rampen müssen mit der gleichen Sorgfalt wie die übrigen Curven ausgesteckt werden; nur wird mit Rücksicht auf die verschiedenen Bodenformungen der Krümmungshalbmesser jener Bögen, aus denen die Kehre zusammengesetzt wird, mehrfach wechseln. Ist derselbe derart klein, daß die inneren Bogenwände in eine Linie fallen, so bezeichnet man eine solche Rampe als eine Kehrrampe. Die Kehrrampen dienen gleichzeitig als Wendeplätze.

Ist der Punkt bestimmt, wo eine Straßenkehre angelegt werden muß, so wird nach Maßgabe der im Vorhinein festgesetzten kleinsten Krümmungshalbmesser die Kehre im Situationsplan construirt. Eine Verschiebung der Bogenlinie ist mit Rücksicht auf eine Ausgleichung und Veränderung der Massenbewegung nur in beschränktem Maße zulässig. Mit Hilfe von Abscissen und Ordinaten wird die Kehre in die Natur übertragen. Es ist daher eine wesentliche Bedingung, die Kehren in ein möglichst günstiges Terrain, beispielsweise in eine breite Thalsohle, in einen flachen Bergrücken oder in weite Mulden eines Berggehänges zu legen.

Bezüglich der Anlage und Aussteckung von Rampen bemerkt Schuberg in seinem Werke, I. Band, p. 244, ganz treffend: „Die gröbsten Fehler beim Bau solcher Rampen sind immer im schlechten Bemessen ihres Gefälles oder in ihrer ganzen Construction, wenn nicht in beiden zugleich zu suchen. Wir wiederholen daher: Vor dem Rampenbau nach Absteckung mit freiem Auge und ohne mathematische Grundlage ist entschieden zu warnen."

Die Construction einer Wende ist einfacher, als jene einer Rampe; bei der ersteren ist nur der zulässig kleinste Halbmesser zu ermitteln, der für das Wenden eines leeren Fuhrwerkes von ortsüblicher Form und Länge nothwendig ist. Gestatten es die Verhältnisse, so verlege man die Wende auf die Kreuzung zweier Wege, wo sie dann für beide Abfuhrsrichtungen benützt werden kann und zudem auch in ihrer Anlage einen geringeren Aufwand erheischen wird, nachdem schon durch die Wegkreuzung eine kleine Wegausrundung hergestellt werden muß.

Ausweichplätze sind Wegerbreiterungen von ovaler Form, die bei schmalen Fuhrwegen in bestimmten Entfernungen an geeigneten Plätzen angelegt werden. In den

meisten Fällen wird die Erbreiterung bis zur zwei- oder dreifachen Wegbreite genügen. Die Länge der Ausweichplätze muß den Längendimensionen der zu verführenden Hölzer entsprechen.

§. 73. Die Aufnahme der Querprofile.

Die Querprofile ermöglichen die Berechnung der Auf- und Abtragsmassen und werden entweder gleichzeitig mit dem Nivellement und dem Aufsuchen der Weglinie oder doch gleich nach dieser Arbeit aufgenommen. Jedenfalls müssen die Querprofile graphisch vorliegen, ehe an die Ausrichtung oder Abrundung der Winkelzüge in der verticalen und horizontalen Ebene gegangen wird, weil nur auf diese Weise der Mehraufwand durch allfällige Verschiebungen einzelner Punkte der Weglinie beurtheilt werden kann.

Für die Aufnahme der Querprofile genügt eine entsprechend lange Meßkette, eine Wasserwage, ein Maßstab und ein Senkel. Bei obwaltender Ungunst der Terrainverhältnisse oder dort, wo eine genaue Berechnung der Massenbewegung erwünscht ist, werden die Abstände oder Staffeln im Querprofile mit 1—2 m bemessen, während bei Gunst der Bodenbeschaffenheit und dort, wo auch eine mindere Genauigkeit für den Zweck hinreicht, eine Abstandsweite von 3—5 m genügt, d. h. es ist jedes Querprofil in den bezeichneten Abständen zu nivelliren.

Mit der Aufnahme der Querprofile wird auch gleichzeitig die auf den Bau und somit auch auf den Baukostenaufwand einflußnehmende Bodenbeschaffenheit vorgemerkt und in das mit genauen Skizzen geführte Vormerkbuch eingetragen. Bei großen Anlagen müssen an jenen Punkten, wo voraussichtlich Einschnitte oder Abgrabungen geplant werden, Probegruben bis auf die entsprechende Tiefe ausgehoben werden, nachdem nur auf diese Art eine genaue Prüfung der Bodenbeschaffenheit auf ihre Brauchbarkeit und den erforderlichen Arbeitsaufwand möglich ist.

Im Allgemeinen besteht das Querprofil eines hergestellten Weges:

a) aus der Wegbreite,
b) aus den Böschungen und
c) aus den Seitengräben.

§. 74. Die Wegbreite.

Nachdem die Abtragsmassen mit der Wegbreite im quadratischen Verhältnisse wachsen, so soll über die unbedingt nothwendige Breite eines Weges nicht hinausgegangen werden. Mit der zunehmenden Wegbreite werden aber nicht allein die Abtragsmassen vergrößert, sondern erheischen auch die allenfalls nöthigen Böschungs- und Mauerbauten stärkere Dimensionen und erhöhen daher auch in dieser Richtung den gesammten Bauaufwand.

Bei einer Weganlage unterscheiden wir zunächst die Mittenfläche oder die Fahrbahn und die selbe beiderseits einschließenden Seitenbahnen oder Banquetts. Die Fahrbahn und die Banquetts geben die Wegbreite.

Auf die Größe der Wegbreite nehmen im Allgemeinen die folgenden Momente einen mehr oder minder hohen Einfluß.

1. Die Art der Wege.

Der Zweck einer Weganlage im Allgemeinen, die voraussichtlichen Verkehrsverhältnisse, endlich die Zeit, wann dieselbe benützt werden soll, im Speciellen sind zunächst

maßgebend dafür, welche Beschaffenheit der Weg haben müsse, um den an ihn gestellten Anforderungen allseitig zu entsprechen. Hauptwege werden daher breiter angelegt werden müssen, als die minder wichtigen Seiten- und Nebenwege.

2. Die Bodenverhältnisse.

Führt ein Weg über nasse und brüchige Stellen, der Sohle eines schmalen Thales entlang, durch schattige und feuchte Berghänge u. s. w., dann empfiehlt sich wegen der besseren Trockenhaltung des Wegkörpers die Wahl einer größeren Wegbreite, und das um so mehr, als hiedurch etwa die Massenbewegung nicht wesentlich erhöht werden sollte. In sonnseitigen Lagen, auf trockenem und felsigem Boden kann dagegen mit der Wegbreite bis auf das zulässig kleinste Maß herabgegangen werden. Eine größere Wegbreite oder doch mindestens eine entsprechende Auslichtung im Walde, damit nämlich der Weg von der Sonne beschienen und vom Luftzuge getroffen werden kann, fördert die Austrocknung des Wegkörpers und vermindert den Erhaltungsaufwand. Wege, die nicht überschottert werden sollen, müssen im Vorhinein breiter gehalten werden, und muß in einem derartigen Falle die Wegbreite mindestens um 25% das Normale übersteigen.

3. Die Verkehrsverhältnisse oder die mehr oder minder starke Benützung der Wege.

Der Verkehrsumfang ist maßgebend bei der Entscheidung darüber, ob der geplante Weg ein- oder zweigeleisig anzulegen ist, d. h. welche Fahrbahnbreite demselben gegeben werden muß. Bei den gewöhnlicheren Waldwegen wird zumeist der einspurige Weg den an ihn gestellten Anforderungen entsprechen können, wenn sonst auf stellenweise Erbreiterungen desselben oder auf die Anlage von Ausweichstellen in genügender Anzahl Bedacht genommen wird. Münden in einen untergeordneten Weg andere ein, wodurch die Verkehrsverhältnisse gesteigert werden, dann muß selbstverständlich von dieser Stelle an in eine entsprechend größere Wegbreite übergegangen werden.

4. Die Beschaffenheit des Geländes nächst der Weglinie.

Ist das Gelände nächst der Weglinie verflacht oder doch nur mäßig gedacht, eine Grundeinlösung oder käufliche Erwerbung nicht erforderlich, daher eine Wegverbreiterung ohne namhafte Mehrkosten thunlich, dann wähle man eine größere Wegbreite, beschränke dieselbe indeß auf das zulässig kleinste Ausmaß, wenn die Weglinie einem steil abfallenden Berghange entlang oder über felsiges Terrain führt. Im Gebirge wird die Anwendung einer wechselnden Wegbreite eine eingreifende Minderung an dem gesammten Bauaufwande gestatten und wird auch die Güte und Brauchbarkeit der Weganlage in keinerlei Weise irrt, wenn diese Wegeinengungen sich nur auf kurze Strecken ausdehnen und mit zweckmäßig angebrachten Ausweichplätzen versehen werden.

5. Die Situation des Weges.

In Curven mit einem kleinen Krümmungshalbmesser, bei Rampen oder Wenden, ılich dort, wo ein Weg einer gefährlichen Absturzstelle entlang führt, ist die Wegbreite ts über das zulässig kleinste Maß zu bemessen.

6. Die Spurweite der ortsüblichen Lastwagen.

Gewöhnlich erhalten Hauptwege eine Breite von 4·8—7·0 m, Seitenwege oder Weganlagen II. Ordnung eine solche von 3·0—5·0 m, wobei in den erstgenannten Dimensionen eine Fußbahnbreite von 0·6—1·0 m, in der letztaufgeführten eine solche von 0·4—0·7 m mit inbegriffen ist. Schlagwege, die mit Zugthieren befahren werden sollen, erhalten eine Breite von 2·5—3·5 m.

Dengler empfiehlt für die gewöhnlichen Waldwege eine Breite von 4·8 m als die entsprechendste und begründet seine Annahme dadurch, daß er geltend macht, daß:

1. auf solchen Wegen zwei beladene Wagen sich gegenseitig ohne jede Gefahr auszuweichen in der Lage sind,
2. der Weg sich besser trocken erhält und
3. bei dieser Wegbreite alle Wagen sich kehren lassen und Hölzer von beliebigen Dimensionen ohne Schwierigkeit verführt werden können.

Im Gebirge kann man auf trockenem Boden mit der Breite bei Waldwegen bis auf 4·0 m herabgehen, ohne daß die Brauchbarkeit der Anlage dadurch beeinträchtigt wird.

§. 75. Die Böschungen.

Die Böschungen bilden einen wesentlichen Bestandtheil des Wegkörpers. Es sind das jene regelmäßigen Abdachungen, welche den Fahrweg nach beiden Seiten begrenzen, wenn derselbe über Bodeneinsenkungen dammartig hinüberführt oder Bodenerhebungen durchschneidet.

Wir unterscheiden zweierlei Böschungen, und zwar:

a) die obere Böschung oder den Geländeanschnitt, der durch den Massenabtrag entstanden ist, und

b) die untere Böschung, d. i. die durch Anschüttung der Auftragsmasse erlangte Fläche.

In Einschnitten werden die Abtragsflächen Einschnittsböschungen und bei dammartigen Anlagen die bergseits gelegenen Anschüttungsflächen die inneren, die thalseits gelegenen die äußeren Böschungen genannt. Wenn wir durch eine Böschung einen Schnitt führen, so erhalten wir (Fig. 50) in A, d. i. in dem Punkte, wo die Böschungslinie das natürliche Gelände trifft, den Böschungsfuß bei der unteren oder den Auslaufspunkt bei der oberen Böschung. A B ist das Böschungsprofil, B C die Böschungshöhe, A C die Ausladung der Böschung und der Winkel B A C der Böschungswinkel α.

Die Größe einer Abböschung wird entweder durch die Angabe des Böschungswinkels oder durch das Verhältniß zwischen Ausladung und Böschungshöhe ausgedrückt.

Wir unterscheiden bei dem Wegbaue Böschungsverhältnisse, und zwar:

einfache oder 1füßige, wenn sich A C : B C = 1 : 1
½füßige, „ „ A C : B C = ½ : 1
1¼füßige, „ „ A C : B C = 1¼ : 1
1½ „ „ „ A C : B C = 1½ : 1
doppelte oder 2füßige, „ „ A C : B C = 2 : 1 verhält.

Der 1füßigen Böschung entspricht ein Böschungswinkel von 45°
„ ½ „ „ „ „ „ „ 63° 25′
„ 1¼ „ „ „ „ „ „ 38° 39′
„ 1½ „ „ „ „ „ „ 33° 41′
„ 2 „ „ „ „ „ „ 26° 34′.

Für die Wahl des Böschungsverhältnisses gelten nachstehende Grundregeln:

1. Flache Böschungen sind anzulegen:

a) im lockeren Boden;
b) dort, wo Abrutschungen zu befürchten sind;
c) im Falle, als der Fuß einer Böschung vom Wasser bespült wird;
d) bei hohen Böschungen;
e) in dem Falle, wenn Böschungen aus losem Felsgerölle hergestellt werden müssen; endlich
f) bei jenen Böschungen, die sich rasch benarben sollen.

2. Die Anwendung einer geringen Ausladung ist zulässig:

a) im festen und compacten Boden;
b) im Felsboden;
c) bei Böschungen, die mit Rasen bekleidet werden, und
d) bei geringer Böschungshöhe.

Wenn wir die Festigkeit des trockenen, reinen Thones mit 100 bezeichnen, so erreicht nach Angabe von Schuberg die Festigkeit

der Gartenerde	7
„ Humusverbindungen	7— 9
„ Ackererde	33
des Thones mit 45% Sand	57
„ „ „ 24 „ „	69
„ „ „ 10 „ „	83

und der natürliche Böschungs- oder Reibungswinkel (Winkel der Ruhe) ist bei

feuchter Dammerde	43°
trockener „	39°
feinem trockenen Sand	31°
Moorboden	24—18°

In der Regel wird auf Flugsandböden eine 2—2½füßige, in mittelfestem Boden eine einfüßige und in festem Boden, wo auch an den Kosten gespart werden soll, die halbfüßige Böschung angewendet, während bei festem Felsboden die geringste Ausladung beantragt werden kann. Selbstverständlich werden den Böschungen in festem Felsen keine regelmäßigen Formen gegeben, sondern es genügt, wenn jene Theile entfernt werden, welche allenfalls in den Weg hineinragen würden. Nassen Böden ist eine 1½—2füßige Böschung zu geben, wobei noch überdies eine möglichst zweckdienliche Wasserableitung platzgreifen muß, wenn nicht bedeutende Nachsitzungen oder Abrutschungen hervorgerufen werden sollen.

§. 76. Die Weg- und Abzugsgräben.

Die Trockenerhaltung des Wegkörpers ist die wichtigste Bedingung einer guten und entsprechenden Wegerhaltung; daher muß schon bei der Weganlage für eine möglichst schnelle und hinreichende Ableitung der Tagwässer das Geeignete vorgekehrt werden. Diese Aufgabe haben zunächst die Weg- und Abzugsgräben zu erfüllen. Die Gräben müssen daher der Fahrbahn entlang, parallel zur Wegachse, nach Bedarf auf einer oder auch zu beiden Seiten des Weges geführt werden. Nur an jenen Strecken, wo der Wegkörper dammartig über das natürliche Gelände emporragt, können die Abzugsgräben entfallen, müssen aber dagegen in Einschnitten an beiden Wegseiten angelegt werden.

Das Profil eines Abzugsgrabens erhält mit Rücksicht auf die unausweichliche Böschung seiner seitlichen Begrenzungsflächen stets die Form eines Trapezes A D E F, wobei

Fig. 50 A D die Grabenweite, E F die Grabensohle, E G die Grabentiefe bedeutet. Unter gewöhnlichen Verhältnissen genügt eine Grabenweite von 0·6—1·0 m, eine Sohlenbreite von 0·2—0·5 m und eine Grabentiefe von 0·3—0·5 m, welche Dimensionen im Sandboden oder in Brüchen (Moorböden) oft bis auf das Doppelte erhöht werden müssen.

Den Querschnitt der Abzugsgräben berechnet man nach der bekannten Flächenformel eines Trapezes $F = \left(\frac{A D + E F}{2}\right) E G$. Setzen wir der Kürze wegen die Grabenweite $A D = a$, die Grabensohle $E F = b$, die Grabentiefe $E G = t$ und das Böschungsverhältniß $\frac{D G}{G E}$ oder $\frac{D G}{t}$ gleich α, so stellt sich obige Formel folgendermaßen dar: $F = \left(\frac{a + b}{2}\right) t$.

Nachdem aber $E F = A D - 2 D G$ oder $b = a - 2 D G$ und $D G = G E . \frac{D G}{E G} = t . \alpha$, daher $b = a - 2 t . \alpha$ ist, so wird, wenn der letztere Werth für b in die obige Formel eingeführt wird, $F = a + \left(\frac{a - 2 t \alpha}{2}\right) t = (a - t \alpha) t$.

Mittelst dieser Formel kann der Querschnitt bei gegebenem Böschungsverhältnisse, bei Kenntniß der oberen Grabenweite und auch der Grabentiefe für Gräben der verschiedensten Größe berechnet werden. Nach dieser Formel sind weiters für den praktischen Gebrauch die Querschnitte für die am häufigsten in Anwendung stehenden Böschungsverhältnisse in der Tabelle XX berechnet.

Die Abzugsgräben müssen stets ein Gefälle (kleinstes Gefälle 0·2%) erhalten, also auch an jenen Wegstrecken, die allenfalls horizontal geführt werden sollten; sonst wird dem Graben das gleiche Gefälle wie der Fahrbahn gegeben. Uebersteigt aber das Weggefälle 7%, so steht zu befürchten, daß das abfließende Wasser, namentlich in minder festem Boden, die Grabensohle auskolken würde; es ist sodann eine entsprechende Versicherung — allenfalls durch eingebaute kleine Holz- oder Steinschwellen — unumgänglich nothwendig. An sehr gefährdeten Strecken, d. i. bei starkem Gefälle und lockerem Boden, wird selbst eine Auspflasterung der Grabensohle nicht zu umgehen sein, nur wird in einem derartigen Falle eine so kostspielige Versicherung auf das äußerste Maß eingeschränkt.

§. 77. Die graphische Darstellung oder das Auftragen der Querprofile.

Die in der Natur aufgenommenen Querprofile sind alsdann in einem möglichst großen Maßstabe, allenfalls 1 : 50 oder 1 : 100, auf das Papier aufzutragen, um hieraus die zu bewegenden Massen berechnen zu können. Sollte es sich um die Verfassung thunlichst genauer Kostenberechnungen handeln, so müssen auch Zwischenprofile aufgenommen werden, die streng genommen für den eigentlichen Bau des Weges nicht nothwendig wären; denn nur auf diese Weise wird es möglich, aus den unterschiedlichsten Gestaltungen des Bodens einen guten und annähernd richtigen Durchschnitt für die Berechnung der zu bewegenden Massen zu erhalten. In dem Falle namentlich, als die Gestaltung des Bodens, beziehungsweise das Gefälle des Hanges, über welchen die Straße geführt werden soll, ungemein wechselt, oder wenn bedeutende und kostspielige Massenbewegungen vorkommen, z. B. in Rampen, felsigen Partien u. s. w., sind Querprofile in größerer Anzahl aufzunehmen. Endlich sollen auch alle größeren Wasserdurchlässe (Canäle) in einem Quer-

profile zur Darstellung kommen. Das Auftragen der Querprofile geht am schnellsten und einfachsten vor sich, wenn man Millimeterpapier benützt und weiters für den eigentlichen Wegkörper eine entsprechende Schablone construirt und auf Pauspapier überträgt. Diese Schablone braucht dann nur auf die einzelnen Profilpunkte aufgelegt und durchpiquirt zu werden.

Bei wichtigeren Weganlagen ist die Aufnahme der Querprofile auch auf das zunächst angrenzende Gelände auszudehnen, d. h. es sind die Terrainaufnahmen für die Querprofile über das erforderliche Maß auszudehnen, so zwar, daß auf der Grundlage der Querprofile im Situationsplane nachträglich Schichtenringe eingezeichnet werden können. Desgleichen ist aus den Querprofilen der zur Anlage des Weges nothwendige Geländestreifen in dem Situationsplane einzutragen, zumal dann, wenn kostspielige Grunderwerbungen im Spiele sind.

§. 78. Berechnung und Ausgleichung der zu bewegenden Massen.

Aus dem Längenprofile und den entsprechenden Querprofilen werden die Auf- und Abtragsmassen in der Weise ermittelt, daß der Querschnitt der betreffenden Auf- und Abtragsflächen aus den Querprofilen berechnet und sodann mit der entsprechenden Länge jener Theilstrecke des Längenprofiles multiplicirt wird, für welches das betreffende Querprofil als mittleres oder Durchschnittsprofil angenommen wurde.* Bei der Ermittlung des Inhaltes der für die Erdbewegung maßgebenden Flächen kann man je nach Erforderniß ein mehr oder minder scharfes Verfahren** einschlagen, nur soll letzteres nicht über ein gewisses Maß hinausgetrieben werden, nachdem die Unebenheiten des Bodens, denen trotz aller Genauigkeit nicht vollständig Rechnung getragen werden kann, schon im Vorhinein eine minutiöse Genauigkeit ausschließen. Die Berechnung des Grabenaushubes erfolgt stets getrennt von der Ausmittlung der gesammten Massenbewegung, und zwar in der Weise, daß der Grabenquerschnitt mit der Grabenlänge multiplicirt wird.

In der Regel sollen bei wichtigeren Weganlagen die Auf- und Abtragsmassen in den einzelnen Theilstrecken (Profilstrecken oder Sectionen) gleich oder zum mindesten annähernd gleich gestellt werden und sind Ausnahmen hievon nur dann zulässig, beziehungsweise auch unausweichlich,

a) wenn aus mehrfachen Gründen der Wegkörper mit seiner vollen Breite oder doch einem großen Theile der letzteren in das natürliche Gelände gelegt werden muß.

---

* Sind die Auf- und Abtragsflächen a_0 und a_1 von zwei Querprofilen bekannt, ferners auch der Abstand oder die Entfernung der beiden Profile, so kann die Massenbewegung unter der Voraussetzung, daß a_0 und a_1 annähernd gleich sind, aus der Formel $K = b \frac{a_0 + a_1}{2}$ berechnet werden.

Sind dagegen die Profile a_0, a_1, a_2 und der Abstand zwischen je zwei Profilpunkten gleich b bekannt, so ist annähernd $K = b \frac{a_0 + 4\,a_1 + a_2}{6}$.

Wenn die Massenbewegung für eine größere Anzahl von untereinander gleich weit abstehenden Profilen berechnet werden soll, so ist für eine gerade Anzahl von Profilen $K = b \left(\frac{a_0}{2} + a_1 + a_2 \ldots \frac{a_n}{2}\right)$ und für eine ungerade Anzahl von Profilen $K = \frac{b}{3} [a_0 + a_n + 4 (a_1 + a_3 + a_5 \ldots + a_{n-3})] + 2 (a_2 + a_4 + a_6 + \ldots a_{n-1})$.

** Unregelmäßige Figuren lassen sich durch das Planimetriren mit Hilfe des Polarplanimeters von Starke oder Amsler am bequemsten und schnellsten berechnen.

Dieser letztere Fall tritt häufig im Gebirge ein, wenn beispielsweise die Wegrichtung über steile und schroffe Berghänge hinüberführt, wo die Herstellung einer Anschüttung entweder ganz unmöglich oder doch nur mit einem unverhältnißmäßigen Aufwande für Schutzvorkehrungen für dieselbe ausführbar sein sollte.

b) bei untergeordneten Weganlagen, beispielsweise bei den Schlagwegen für den Holztransport mit Zugthieren 2c.

Eine annähernde Ausgleichung der zu bewegenden Massen ist auch mit Rücksicht auf einen günstigen Baukostenaufwand geboten und kann unter gewissen localen Verhältnissen sogar zur unerläßlichen Nothwendigkeit werden:

a) wenn für Materialüberschüsse keine Ablagerungsplätze vorhanden sein sollten;

b) wenn für Lagerplätze ein fremder Grund erst mit Kosten und Schwierigkeiten erworben werden müßte;

c) wenn die Ablagerungsplätze überhaupt ungünstig liegen, wodurch eine weitläufige und daher kostspielige Verführung der Materialüberschüsse unvermeidlich würde.

Bei der Materialausgleichung wäre im Allgemeinen Folgendes zu beobachten:

1. Es darf in keiner Weise durch die in Folge der Materialausgleichung nothwendigen Verschiebungen an der Weglinie die Zweckmäßigkeit der Gesammtanlage irgend beeinträchtigt werden.

2. Es muß schon im Vorhinein bestimmt sein, ob die erforderlichen Steine für die Steingrundlage (Steinbett) der Fahrbahn den Abtragsmassen entnommen werden sollen, oder ob diese erst anderweitig gewonnen und zugeführt werden.

3. Die Materialausgleichung darf nur kurze Strecken umfassen, weil sonst die Materialverführung einen unberechtigten Aufwand erheischen würde.

4. Die Massen sind stets bergab zu verführen.

5. Die Volumsveränderungen an den zu bewegenden Massen, welche durch die Lockerung des gegrabenen Materiales und durch das Setzen der Anschüttungen hervorgerufen werden, bleiben bei der Materialausgleichung außer Rechnung.

Bekanntermeise wird durch Abgrabung und Lockerung das Volumen der Massen erhöht, und beträgt diese Volumssteigerung erfahrungsgemäß bei Sandboden 15%, bei Lehm- und Thonboden 20—27%, bei Kiesboden 27—33% und bei gesprengten Felsen 33—50%. Nachdem sich aber alle Anschüttungen setzen, so muß im Vorhinein der Auftrag entsprechend höher angelegt werden, und wird damit die Volumsvergrößerung der Abtragsmassen theilweise paralysirt.

6. Der Bedarf an Auftragsmassen ist mit dem kleinsten Ausmaße zu berechnen, weil einem allfälligen Abgange an Anschüttungsmateriale leicht örtlich abgeholfen werden kann, indem man die Gruben vertieft oder die Abtragsböschungen flacher anlegt.

7. Kleine Massenausgleichungen können auch durch partielle Aenderungen der Böschungsverhältnisse behoben werden.

8. Die Massenausgleichung wird erreicht durch mehr oder minder weitgehende horizontale oder verticale Verschiebung der Wegachse. Die erstere Art der Verschiebung empfiehlt sich für gebirgige, die letztere dagegen mehr für flach abdachende Bodenformungen. Horizontale Verschiebungen können und dürfen nur dort angewendet werden, wo durch Aenderungen am Gefälle das zulässige Maß überschritten wird und der Weg an Fahrbarkeit verlieren sollte, während verticale Verschiebungen durch Hebung oder Senkung des Längenprofils dort einzutreten hätten, wo die einmal angenommene Wegrichtung beibehalten werden muß. Aenderungen an der Wegrichtung, die durch eine horizontale Verschiebung nothwendig geworden sind, müssen in die Natur übertragen werden, während Verschiebungen in verticaler Richtung keinerlei nachträgliche Richtigstellung an der bereits festgelegten Weglinie erheischen.

§. 79. Die Verfassung des Bauprojectes.

Ein vollständiges Wegbauproject hat in jenen Fällen, wo es sich um einen wichtigen Bau handelt, nachstehende Bestandtheile zu enthalten:

1. den Situationsplan,
2. das Längenprofil,
3. die Querprofile und allenfalls Detailpläne,
4. Bauerläuterungen,
5. Vorausmaß,
6. die abgeleiteten Preise,
7. den Kostenanschlag.

1. Der Situationsplan:

In diesem soll ersichtlich sein:

a) die endgiltig bestimmte Wegrichtung mit allen Objecten und Profilpunkten;
b) die erforderliche Baufläche;
c) die Wegbreite, namentlich die stellenweise beantragten Wegerbreiterungen oder Ausweichstellen;
d) bei sehr wichtigen Wegbauten die Schichtencurven jenes Geländestreifens, der unmittelbar an die Weglinie grenzt;
e) der Mittelpunkt und der Krümmungshalbmesser der Curven und Rampen;
f) die Culturarten und Eigenthumsgrenzen, und
g) die wirthschaftlich oder baulich wichtigen Berührungspunkte.

2. Das Längenprofil hat zu enthalten:

a) die gesammte Weglänge;
b) die Entfernung der einzelnen Stationen oder Profilpunkte;
c) die Gefällsverhältnisse des Wegzuges und die an ihnen vorgenommenen Aenderungen;
d) die wesentlichen Erhebungen des Geländes;
e) die Länge der geplanten Einschnitte und Andämmungen;
f) die Länge und Tiefe der zu überbauenden Gewässer und die gesammten Vorkehrungen für die Wasserableitung, insoweit diese den Wegkörper berühren.

3. Die Querprofile sollen enthalten:

a) die Wegbreite;
b) die Beschaffenheit der Böschungen und das Profil der Wasserabzugsgräben;
c) die Dimensionen und die Art, wie die Fahrbahn hergestellt werden soll;
d) die Querschnittsflächen der Durchstiche und Aufschüttungen;
e) die Beschaffenheit des unmittelbar anstoßenden Geländes.

Bei wichtigen Wegbauten sollen noch überdies von allen größeren Objecten (Rampen, Durchlässen, Brücken u. dgl.) Detailpläne in einem größeren Maßstabe angefertigt werden.

4. Die Bauerläuterungen.

Diese beziehen sich zunächst auf eine allgemeine Darstellung der örtlichen Verhältnisse, begründen die Zweckmäßigkeit der Anlage, enthalten Vorschläge über die entsprechendste Bauvergebung und specielle Vorschriften und technische Anweisungen darüber, in welcher Form und Art einzelne Objecte auszuführen wären.

5. Das Vorausmaß.

In diesem sind alle Arbeiten, als: Erdbewegung, Planie, Fahrbahnherstellung, Pflasterung, Mauerungen, Grabenanlage u. s. w., nach ihren Dimensionen und nach bestimmten Gruppen aufzuführen, d. h. es ist das gesammte Arbeitserforderniß einer jeden einzelnen Leistung nach Profilstrecken oder Arbeitslosen abgesondert zu ermitteln; es wäre denn, daß die Gesammtarbeit an einen Unternehmer vergeben oder in eigener Regie ausgeführt werden soll, in welchem Falle alle Arbeitsleistungen, nur mit Ausschluß der Massenbewegungen, für die ganze Strecke veranschlagt werden könnten.

Das Material- und Arbeitserforderniß ist für größere Objecte im Vorausmaße stets abgetrennt nachzuweisen.

6. Die abgeleiteten Preise.

In das Verzeichniß der abgeleiteten Preise oder in die Preisanalyse sind alle Arten von Arbeitsleistungen einzubeziehen, wie sie bei dem geplanten Wegbaue vorkommen. Für die Einheit einer jeden Einzelleistung ist nach Maßgabe der erhobenen Arbeits- und Materialgrundpreise das Kostenerforderniß detaillirt zu berechnen. Eine specielle Nachweisung der ortsüblichen Arbeitslöhnungen (Fuhr- und Handschichten) und der Materialpreise bildet einen integrirenden Bestandtheil der Preisanalyse.

7. Der Kostenvoranschlag.

Auf Grundlage des Vorausmaßes und der Preisanalyse wird, nachdem das erstere die Art und den Umfang der Arbeiten einschließlich des Materialbedarfes, und die letztere den Kostenpreis des Materiales und der unterschiedlichen Einheitsleistungen enthält, der schließliche Kostenvoranschlag entweder für die Gesammtstrecke oder für bestimmte Arbeitslose getrennt verfaßt.

II. Die Bauausführung.

§. 80. Allgemeines über die Bauausführung.

Nach Beendigung der Aufnahmsarbeiten einschließlich der Ausfertigung des Bauprojectes in allen seinen Theilen kann mit dem Wegbaue selbst begonnen werden, wenn nicht etwa die Austragung schwebender Rechtsfragen abgewartet werden muß. Zunächst wird, soweit die Weglinie über einen bestockten Waldgrund führt, das stehende Gehölz auf die erforderliche Breite entfernt und mit der Festlegung der Querprofile begonnen. Das Ausstecken oder Aufrichten von Wegprofilen mit Benützung von Latten, die gewissermaßen den Auf- und Abtragskörper in einem Gerippe darstellen, soll bei wichtigen Wegbauten nicht unterlassen werden. Dagegen genügt es bei Weganlagen von untergeordneter Bedeutung, wenn nebst der eigentlichen Weg- und Grabenweite noch allenfalls die Auslaufspunkte und die Füße der Auftragsböschungen ausgesteckt werden.

Der nunmehr folgende praktische Theil der Weganlage, d. i. der eigentliche Ausbau des Weges, läßt sich im Großen und Ganzen mit Rücksicht auf die verschiedenen Arbeitsleistungen in folgende Hauptgruppen untertheilen, und zwar:

1. in die Ausführung des Unterbaues;
2. in die Herstellung des Oberbaues;

3. in die Ausführung von Sicherungsbauten zur Festigung der Böschungen;
4. in Bauanlagen für die Wasserableitung, als:

a) Seitengräben;
b) Wasseranschläge (Querrinnen);
c) Sickerdohlen;
d) Durchlässe;
e) Brücken.

§. 81. Die Herstellung des Unterbaues.

Zu den Arbeiten des Unterbaues rechnet man gewöhnlich die gesammten Auf- und und Abtragsarbeiten, die Herstellung der Seitengräben, insoweit sich dieselben auf einen einfachen Erdaushub beschränken, und die einfache Planie an jenen Stellen, wo keine Massenbewegungen vorkommen.

Allgemeine Bauregeln.

1. Die Oberfläche des Baugrundes ist zu räumen, d. h. es sind die vorhandenen losen Steine, Baumstöcke, desgleichen die oberste Bodendecke, die dem Auftragskörper keinen genügenden Halt gewähren würde, zu entfernen.

2. Bei dem Abgraben oder Loslösen der Abtragsmassen sind nach Maßgabe der örtlichen Bodenbeschaffenheit die entsprechenden Werkzeuge anzuwenden, und empfiehlt sich für leichte Böden, d. i. nassen und trockenen Sand, Acker-, Damm- und Gartenerde, die Anwendung der Schaufel; für Mittelböden, d. i. Mergel, Löß, Gerölle, trockenen Torf, Grobkies, dichten Lehm mit Thon- und Steinlagern, der Spaten; für schwere Böden, d. i. festen Kiesboden, schweren Thonboden, Letten mit Kiesschichten, Grobsand und Kies mit Thonbindung, trockenen harten Thon- und Lettenboden, die Breithaue; für Steinboden, als: Kreide, festen Keuper, steinigen Thon- und Mergelboden, Keupersandstein, Lias und weiche Taggesteine mit Erdschichten, die Spitzhaue; für geschichtete Gesteine, als: Muschelkalk, Sandstein, Ortstein, Schiefer u. dgl., das Brechgeschirr (Zweispitz, Pickel, Heb- oder Brecheisen) und für dichtes und festes Felsgestein das Sprenggeschirr.

3. Bei ansteigender Weglinie werden die Abgrabungen unten begonnen und nach aufwärts fortgesetzt, weil auf diese Weise die Erdmassen gleichsam besser in die Schaufel fallen, sicherer angegriffen und mit einem minderen Kraftersordernisse verführt werden können.

4. Für die verschiedenen Arbeitsleistungen, z. B. Grabarbeit, Verführung, Sprengarbeit u. s. w., sind körperlich geeignete Arbeiter auszuwählen und dabei andauernd zu belassen.

5. Von der Anzahl der verfügbaren Arbeiter oder von dem Termine, bis zu welchem ein Bau beendet sein soll, wird es abhängen, an wie viel Stellen mit der Arbeit begonnen werden kann; auf keinen Fall indeß dürfen die Arbeiter sich gegenseitig beirren. Deshalb ist die Aushubmannschaft eher zu weit als zu nahe aneinander aufzustellen. Man kann die Grabmannschaft, ohne daß Einer dem Anderen im Wege ist, so vertheilen, daß auf 1½—2 m Breite der Angriffsfläche ein Arbeiter zu stehen kommt.

6. Das Verhältniß zwischen der Anzahl von Arbeitern, die mit dem Ausheben oder Abgraben beschäftigt sind, und jenen, die das Verführen der gelockerten Massen zu besorgen haben, muß stets nach der Beschaffenheit des Bodens möglichst genau bemessen und

geregelt werden. In einem leichten Boden und bei kurzen Verführungsdistanzen kann sowohl zum Graben, als auch zum Verführen eine gleiche Anzahl von Kräften verwendet werden, während umgekehrt die letzteren in ausreichender Weise vermehrt werden müssen, wenn die Verführungsweite zunimmt. Sollte jedoch der Abtrag auf festes Erdreich stoßen, so müssen in gleicher Weise auch die damit betrauten Kräfte vermehrt werden. In einem festeren Boden wird ein Theil der Mannschaft (Pickler) mit dem Auflockern, ein zweiter Theil (Schaufler) mit dem Verladen und eine dritte Gruppe (Kärrner) mit dem Verführen der beladenen Transportmittel betraut. Nach Maßgabe der Bodenfestigkeit empfiehlt sich folgende Vertheilung der Grab- und Verlademannschaft:

in fester Erde	1 Schaufler,	½	Pickler
in gewöhnlichem Thon	1 „	½—1	„
in festem Thon	1 „	1½—2	„

Erfahrungsgemäß beansprucht das Verladen eines gewöhnlichen Schubkarrens die gleiche Zeit, die ein Arbeiter braucht, um einen beladenen Schubkarren auf einer horizontalen Dielenbahn 35—40 m weit zu führen, zu entladen und entleert zum Ladeplatz zurückzuführen. Muß der volle Schubkarren unter einer Steigung verführt werden, dann ist für 1 m relative Höhe der Fahrbahn 6 m zur Verführungsdistanz hinzuzurechnen. Bezeichnen wir die erforderliche Anzahl der Verführungsmannschaft auf einen Auflader mit k, die Verführungsweite mit l und die zu überwindende Steigung mit h, so ist annähernd $k = \frac{l + 6h}{35 \text{ bis } 40}$.

Soll die aufgegrabene Erde mit der Schaufel überworfen oder auf eine bestimmte Höhe gehoben werden, so gilt der Erfahrungssatz, daß ein Arbeiter die Erde auf eine Entfernung von 2—3 m zu werfen oder 1·5 m hoch zu heben vermag. Für weitere Entfernungen oder größere Höhen müssen Arbeiter in zwei oder mehr Reihen verwendet werden.

Wenn ein Arbeiter die Abtragsmassen auf einem Schub- oder zweiräderigen Karren verführt und mit dem Transportmittel leer zurückkehrt, so berechnet sich nach Weisbach* die Tagesleistung pro 10 Arbeitsstunden bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit per 0·5 und einer Last von 60 und 100 für den Schubkarren mit 1,080.000 und für den zweiräderigen Karren mit 1,800.000. Das Verhältniß der Abgrabung und Verführung läßt sich annähernd für einen Arbeitstag und einen Auflader im lockeren Sande oder Humus mit 16 m³ und in fester Erde oder Thon mit 12 m³ bemessen. In dieser Leistung sind die auf einen Auflader nothwendigen Grab- und Verführungsmannschaften nicht mit inbegriffen.

7. Die Abtragsmassen sind sogleich in die Anschüttungen zu überwerfen oder unter Verwendung zweckmäßiger Geräthe dahin zu überführen. Zur Massenförderung dient der Schubkarren, der zweiräderige Handkarren, der Spannkarren und das zweispännige Fuhrwerk.

Als die zuläßig äußerste Verführungsstrecke kann unter Voraussetzung einer möglichst billigen Förderung annähernd angenommen werden für den Schubkarren 40—50 m, für den zweiräderigen Handkarren 150—200 m; über diese letztere Entfernung hinaus gewährt sodann der Spannkarren ein günstigeres Ergebniß. Fuhrwerke sind erst bei großen Entfernungen, billigen Fuhrlöhnen gegenüber hohen Taglöhnen oder in dem Falle

* Weisbach: „Ingenieur," p. 571.

anzuwenden, wenn überhaupt Mangel an Handarbeitern ist. Erfordert die Weganlage an dem einen oder anderen Punkte eine bedeutende Massenbewegung, so ist immerhin die allfällige Anwendung von Rollwägen als Mittel zur Fortbewegung der Massen in Erwägung zu ziehen.

Die Nettoladung eines zweiräderigen einspännigen Karrens kann man annähernd jener von 12 Schubkarren gleichstellen. Nachdem ferner die durchschnittliche Geschwindigkeit des Spannkarrens im Mittel der Hin- und Rückfahrt etwa ein Sechstel größer ist als jene des Schubkarrens, so wird jeder in Bewegung befindliche Spannkarren 14 Schubkarren gleichzusetzen sein. Ein Rollwagen dagegen faßt eine Ladung von 50 Schubkarren; seine mittlere Geschwindigkeit ist, wenn er von einem Pferde gezogen wird, um ein Fünftel größer als jene des Schubkarrens, so zwar, daß ein Rollwagen in Bewegung mit Rücksicht auf seinen Leistungserfolg 60 Schubkarren zu ersetzen vermag. Die Zeit, um einen Spannkarren mit Hilfe eines Arbeiters zu beladen, genügt, um einen belasteten Spannkarren auf einem horizontalen gewöhnlichen Wege annähernd 420 m weit hin- und herzuverführen, während ein Rollwagen einen Weg von 1800 m auf horizontaler Bahn hin und her innerhalb jener Zeit zurücklegen wird, welche erforderlich ist, um einen zweiten Rollwagen durch einen Arbeiter beladen zu lassen. Soll ein Rollwagen auf einer Bahn mit Steigung verführt werden, dann kommt für einen jeden Meter relativer Höhe 150 m zu der horizontalen Verführungsdistanz hinzuzurechnen. Dies gilt von Rollwägen, deren Eigengewicht circa 2500 kg beträgt und die 1·8 m³ Erde zu fassen vermögen, während auf einen Schubkarren circa 0·036 m³, auf einen zweiräderigen Handkarren 0·25 m³, auf einen Spannkarren 0·45—0·50 m³ und auf einen zweispännigen Wagen 0·75 m³ verladen werden können.

Wenn die Verführungsbahn ein Gefälle von 10—25% hat, dann werden kleine Rollwagen, und zwar mit einem Fassungsraum von 0·3—0·35, bei dem Gefälle unter 10% dagegen größere Wagen mit 1·2—1·8 m³ Ladungsraum am zweckmäßigsten verwendet. Für Felsmateriale ist das Arbeitserforderniß um 20% höher anzuschlagen.

8. Die Verführung soll möglichst bergab und für Schub- und Handkarren auf einer aus Brettern hergestellten Förderbahn erfolgen; es ist ferner zweckmäßig, wenn in einem weichen Boden selbst auch für die leer zurückfahrenden Karren eine gleiche Bahn hergestellt wird. Zum Zwecke der Materialverführung sind für je einen Karrenführer zwei Schubkarren oder ein Handkarren beizustellen. Die letztere Bemessung genügt, weil für die Fortbewegung eines Handkarrens gewöhnlich zwei Mann in Anspruch genommen werden.

Müssen die Abtragsmassen bergan verführt werden, dann soll die Förderbahn das Steigungsverhältniß 1 : 12 nicht übersteigen.

9. Die Grabarbeiten können bei entsprechender Vorsicht gefördert werden, wenn größere Erdmassen untergraben und sodann losgekeilt werden. Haben die Erdmassen einen genügenden Grad von Adhäsion, dann gestatten sie einen senkrechten Anschnitt, der bei feuchtem Sande und bei Gartenerde 0·9—1·8 m, bei gewöhnlichem Thon 3—5 m hoch geführt, beziehungsweise angelegt werden kann, ein Umstand, der gleichfalls für die Grabarbeiten von wesentlichem Nutzen ist.

10. Große Nässe oder auch ein hoher Grad von Trockenheit erschwert die Grabarbeit, während eine mäßige Erdfeuchtigkeit letztere wesentlich zu fördern vermag. Starker Frost vertheuert die Arbeit und gestattet nicht die Herstellnug eines gleichförmigen Wegkörpers. Eine vorhandene Schnee- oder Eisschichte muß zuerst sorgfältig entfernt werden. Bei

starkem und anhaltendem Froste sind die Erdarbeiten einzustellen. Gefrorene Erdmassen, Schnee oder Baumstöcke dürfen auf keinen Fall in die Anschüttungen hineinkommen.

11. Die in der Abtragsmasse vorfindlichen Steine sind, insoweit sie sich für eine Verwendung zur Mauerung, Pflasterung oder Schottergewinnung eignen, zu sammeln und außerhalb der Baufläche, jedoch in unmittelbarer Nähe zu lagern.

12. Vorkommende Felsbrocken, Findlinge, größere Baumstöcke u. s. w. sind bei der Erdbewegung nur frei zu legen und erst nachträglich mit Hilfe der geeigneten Werkzeuge und Geräthe zu heben oder zu sprengen und abzuräumen.

13. Findlingsteine, die weder mit dem Heb- oder Brecheisen, noch auch mittelst Winden aus dem Boden gehoben werden können, sind zu sprengen; zu demselben Mittel muß auch gegriffen werden, wenn sich der Abtrag bis in festes Gestein erstreckt. Zum Steinsprengen bedient man sich des sogenannten Sprenggeschirres, bestehend aus einem Satz Bohrer von 0·3—1·3 m Länge, einem Schlägel, einem Hand- und Bohrfäustel, Raumlöffel, einer Raumnadel aus Rothkupfer, einem Ladstock aus Bronze oder Hartholz, zwei gestählten Hebeisen, zwei Steinschlägeln, einer Bohrscheibe aus Filz zum Verdecken der Bohrmündung und dem Sprengmittel, Sprengpulver oder Dynamit.

14. Bei größeren Sprengungen ist der Dynamit dem Sprengpulver vorzuziehen; denn er gewährt eine größere Sicherheit gegen eine allfällige Explosion durch offenes Feuer und glühende Körper, ist auch unempfindlicher gegen Stöße und Schläge bei der Verführung. Ganz besonders ist er dann anwendbar, wenn Sprengungen unter Wasser vorgenommen werden müssen. Die Wirkung des Dynamits gegenüber dem Sprengpulver ist bei gleichem Gewichte zwei- bis zehnfach und bei gleichem Volumen vier- bis sechzehnfach größer. Mit Rücksicht auf die gesprengten Massen, beziehungsweise den erzielten Erfolg stellt sich das Verhältniß zwischen Pulver und Dynamit wie 1 : 5—6 bei gleichem Gewicht und wie 1 : 8—10 bei gleichem Volumen.

Zum Entzünden der Sprengladung werden entweder die Zündschnüre von Rziha oder die Sicherheitszünder von Bickford verwendet; indeß bricht sich in neuerer Zeit die elektrische Zündung immer mehr Bahn. Bei der Dynamitpatrone entzündet die Zündschnur ein Kupferhütchen mit Knallpräparaten, welches sodann durch sein Explodiren, beziehungsweise durch den auf die Sprengmasse geübten Stoß letztere zum Entzünden bringt. *

15. Bei der Anlage der Bohrlöcher für Sprengungen gilt der allgemeine Grundsatz, im harten Gesteine seichte und weite, im weichen Gesteine enge, aber tiefe Bohrlöcher zu fertigen.

16. Bekanntermaßen setzen sich alle Anschüttungen und dauert diese Veränderung des Volumens zwei bis drei Jahre. Die Größe des Setzens läßt sich annähernd mit 5—10% ** der Anschüttungshöhe veranschlagen, kann aber auch außerhalb dieser Grenzen fallen, je nachdem die Art der Anschüttungsmasse und ihr Aggregationszustand, die Witterungs-

---

* Ueber die Anwendung des Dynamits empfehlen wir: „Die Sprengtechnik im Dienste des Bau- und Bergwesens," von Julius Mahler.

** Nach Franz Kreuter's „Handbuch der Bauingenieurkunst" schwankt das Setzen von Dämmen zwischen einem Fünftel und einem Zwölftel der ursprünglichen Höhe.

Nach Angaben von Schuberg erreicht die Größe des Nachsitzens

bei Sand- und Lehmboden	1·5— 3%
„ „ „ Mergelboden	3 — 5 „
„ festem Thonboden	5 — 7 „
„ Steinen und Felsen	8 —12 „

Dengler empfiehlt für die Anschüttungen eine Ueberhöhe von 10—15%.

verhältnisse, die Höhe der Anschüttung, endlich die Weise, in der die Anschüttungen hergestellt werden, auf den Grad und die Dauer der Volumsveränderung einen mehr oder minder hohen Einfluß nehmen.

Die besten Anschüttungen geben jene Materialien, deren Reibungsstabilität die unveränderlichste und größte ist. Ackererde, Schlamm oder Schlick, gefrorener oder nasser Thon empfehlen sich in keiner Weise als Anschüttungsmittel. Sollen bedeutende Anschüttungen ausgeführt werden, so empfiehlt sich ein Versuch mit dem verfügbaren Material, beziehungsweise die Ermittlung der verhältnißmäßigen Setzung einer versuchsweisen Anschüttung. Das ermittelte oder nach Erfahrungssätzen angenommene Setzungsverhältniß ist sodann bei den Auftragsarbeiten gebührend zu berücksichtigen.

Die Anschüttung soll stets in der Längsrichtung des Dammes erfolgen, und ist ein Abwerfen von Erdmassen über die Seiten des Dammes unstatthaft, weil in einem stark geneigten Terrain eine derart erzeugte Anschüttung leicht abrutschen kann.

17. Die Anschüttung selbst läßt sich entweder in einer oder in zwei, drei oder mehreren dicken Schichten oder endlich in einer größeren Anzahl von dünnen Schichten herstellen. Die Anschüttung in einer Schichte ist die schnellste und billigste. Dieselbe kann bei allen Anschüttungen mit mäßiger Auftragshöhe platzgreifen, muß aber durch eine der übrigen Methoden ersetzt werden, wenn der Anschüttungskörper eine bedeutende Höhe bekommen soll, oder wenn von der Anschüttung eine große Standfestigkeit verlangt wird. Bei dem letztgenannten Verfahren wird die Andämmung aus horizontalen 30—35 cm dicken Schichten hergestellt, die noch überdies festzustampfen sind, ehe darauf eine weitere Schichte aufgetragen wird.

Das Auftragen in dünnen Schichten und das Feststampfen oder Festrammen der Anschüttungsmassen wird gewöhnlich bei Anschüttungen hinter Stützmauern, Flügel- und Widerlagsmauern, bei Brücken und Durchlässen, bei Klausdämmen u. s. w. angewendet.

18. Wenn Anschüttungen auf seitlich abschüssigem Boden, beziehungsweise auf stark geneigten Berglehnen herzustellen sind, so ist es nöthig, den Böschungsfuß durch einen kleinen Erdwall zu versichern oder in die Oberfläche des natürlichen Bodens, auf dem die Anschüttung erfolgen soll, Stufen einzuschneiden, weil sonst das in die Anschüttung überworfene Materiale den Berghang hinabrollen und dadurch verloren gehen würde.

19. Ist eine Anschüttung auf einem weichen Boden herzustellen, dann muß derselben je nach der örtlichen Beschaffenheit des Grundes, beziehungsweise nach Maßgabe des erforderlichen Tragvermögens ein genügender Grad von Festigkeit oder ein Fundament in folgender Weise gegeben werden:

a) Es werden parallel zu dem aufzuführenden Damme tiefe Gruben gezogen, wenn der ungenügende Festigkeitsgrad in einer großen Nässe des Bodens liegen sollte.

b) Es wird das weiche Erdreich bis auf seinen festen Grund ausgehoben und durch ein festes Material ersetzt.

Wenn beispielsweise h die Höhe des aufzuführenden Dammes, G das Gewicht eines m^3 seines Materiales, G' das Gewicht eines m^3 vom Materiale des natürlichen Bodens, α dessen Ruhewinkel, t die erforderliche Fundamentstiefe und $k = \frac{1 - \sin \alpha}{1 + \sin \alpha}$ bedeutet, dann kann nach Kreuter aus der Formel $t = \frac{h \,.\, G \,.\, k^2}{G' - G \,.\, k^2}$ die Gründungstiefe berechnet werden.

c) Es wird der Boden durch eine größere Anzahl eingeschlagener Pflöcke gedichtet.

d) Es wird der Damm aus leichtem Material hergestellt, d. h. man verwendet Faschinenmaterial und abwechselnd Lagen von fester Anschüttungsmasse für den Aufbau der Anschüttung.

e) Es werden, wenn der Faschinenbau nicht entsprechen sollte, Steine, Schotter oder Sand so lange in die nasse Stelle geworfen, bis dieses Material auf dem festen Untergrunde aufruht und sodann auf die erforderliche Höhe durch fortgesetztes Nachfüllen emporgehoben werden kann.

f) Es kommen auch Fundirungen mit Holz in Form von Schalungen oder Dielungen mit Erfolg zur Anwendung, wenn die Anschüttung nicht zu hoch und der Boden nicht zu beweglich ist, während Pfahlroste wegen der hohen Kosten nur in Ausnahmsfällen hergestellt werden.

Schon bei Ausmittlung der Wegrichtung muß man hohe Anschüttungen unter so ungünstigen Bodenverhältnissen zu umgehen suchen.

20. Hohe Erdböschungen erhalten in Abständen von 3—5 m 30—70 cm breite Absätze (Bermen), die unter dem gleichen Gefälle oder parallel zur Wegkrone verlaufen und ein Ausschwemmen der Böschungen verhüten sollen.

In manchen Fällen, beispielsweise bei gewöhnlichen Erdwegen, gehört zum Unterbau noch die Herstellung einer Abwölbung der Wegkrone, während bei Straßen mit Steinpflasterung letztere durch das Pflaster oder den Oberbau hergestellt wird.

§. 82. Die Herstellung des Oberbaues.

Unter dem Oberbau wird gewöhnlich die Herstellung der Fahrbahn, beziehungsweise das Setzen der Rand- oder Leistensteine, die Ausführung des Grundbaues, Pflasterung oder Gestück, und das Ueberschottern der Fahrbahn verstanden. Wege, die nur im Winter und bei gefrorenem Boden mit leichtem Gespann befahren werden sollen, bedürfen eines Oberbaues nicht und können mit Rücksicht auf den eigentlichen Wegkörper als vollendet angesehen werden, sobald der Unterbau hergestellt ist.

Für die Ausführung des eigentlichen Oberbaues gelten im Allgemeinen folgende Grundregeln:

1. Ist der Fahrbahn ein entsprechender Antheil der gesammten Wegbreite zuzuweisen. Die Fahrbahnbreite aber und die Art ihrer Herstellung wird bedingt:

a) von der Brauchbarkeit des verfügbaren Steinmateriales;
b) von der Beschaffenheit, beziehungsweise Festigkeit des Unterbaues;
c) von der Größe und dem Umfange der künftigen Benützung des Weges;
d) von dem zulässigen Bauaufwande;
e) von der Beschaffenheit der Fahrmittel, ihrer durchschnittlichen Belastung, Spurweite und von der Breite der Radfelgen.

Auf einer guten Fahrbahn sollen die Fuhrwerke sich mit der geringsten Erschütterung und Reibung fortbewegen können, und ist daher sowohl bei deren Herstellung, als auch bei der Zurichtung und Auswahl des erforderlichen Materiales mit der möglichsten Sorgfalt und Genauigkeit vorzugehen.

2. Die Rand- oder Leistensteine haben die Pflasterung an den beiden Seiten abzugrenzen und festzuhalten. Die Randsteine sind auszusuchen und sollen nebst einer annähernd rechteckigen Form bei einer Länge von 20—40 cm eine Breite von 20 cm und eine Dicke von mindestens 10 cm besitzen. Bei untergeordneten Weganlagen, beziehungsweise bei geringer Pflasterbreite können die Randsteine ganz entfallen, und genügt es, wenn bei der Auspflasterung zur Herstellung der Randlinien größeres Material verwendet wird. Die gewöhnlichen Abmessungen der zur Pflasterung tauglichen Steine sind 10 cm als Breite in der Richtung längs der Straße, 22 cm in verticaler Richtung und 22—30 cm Länge in einer Richtung quer zur Straße. Steine mit festem, kernigem Gefüge eignen sich für das Pflaster am besten, während Steine mit blätterigem Gefüge

thunlich zu meiden sind, und wenn deren Benützung unvermeidlich wäre, sind dieselben wenigstens mit ihren Lagern oder Platten auf die Kante zu stellen.

Nach dem Gebrauchswerthe lassen sich die gewöhnlich vorkommenden Gesteinsarten folgendermaßen aneinander reihen: Basalt, Grauwacke, Porphyr, Granit, Syenit, Gneis, Kalk- und Sandstein. Der letztgenannte besitzt natürlich den geringsten Werth.

3. Die Pflasterung ist derart herzustellen, daß alle Steine mit ihrer Längsdimension senkrecht auf die Fahrbahnfläche zu stehen kommen, d. h. es sind die Pflastersteine auf den Sturz zu stellen und mit ihrer breiten Basis auf den Boden aufzusetzen, während die mehr zugespitzte Seite nach aufwärts gekehrt wird.

Die Stärke der Pflasterung oder des Grundbaues richtet sich:

a) nach der Art und Beschaffenheit des Weges;
b) nach den Verkehrsverhältnissen;
c) nach der Größe der zu verführenden Lasten;
d) nach der Härte des verfügbaren Materiales;
e) nach der örtlichen Beschaffenheit des Untergrundes;
f) nach den verfügbaren Geldmitteln und schwankt bei gewöhnlichen Anlagen zwischen 15– 30 cm.

4. Die Pflasterung ist mit einer dünnen Lage bindiger Erde zu überziehen, bevor an das Auftragen der Schotterlagen gegangen wird.

5. Auf die Pflasterung oder das Gestück kommt eine Schotterschichte, die gewöhnlich in zwei Lagen, und zwar in einer unteren aus grobem und einer oberen aus feinem Schottermateriale aufgetragen wird. Dem Schotter ist eine beiläufige Würfelkante von 3—5 cm zu geben und genügt es, wenn die Schotterlage eine Gesammtdicke von 10—15 cm erhält; nur sollen die einzelnen Schotterstücke eine annähernd gleiche Größe haben, wobei der Grundsatz gilt: Je härter das Gestein, um so kleiner muß der Schotter erzeugt oder geschlägelt werden.

Ist der anzulegende Weg blos für leichteres Fuhrwerk bestimmt oder das für die Pflasterung erforderliche Material nur schwer und mit großen Kosten zu beschaffen, oder sind die verfügbaren Mittel für den Bau karg bemessen, so wird als Oberbau nur eine Schotterschichte hergestellt und entfällt sonach die Pflasterung. In einem solchen Falle kommen in die unterste Schichte oder in den Grund die gröberen Gesteine, größeres Flußgerölle, und erst als Decklage ein geschlägelter Schotter allenfalls in Lagen, und zwar derart in Verwendung, daß die Oberfläche der Fahrbahn mit dem feinsten Schotter überzogen wird. Diese Decklagen erhalten eine Gesammtstärke von 20—30 cm auf festem Untergrund, müssen jedoch auf 30—40 cm verstärkt werden, wenn der Unterbau aus lockerem Materiale bestehen sollte.

Ein Feststampfen der einzelnen Schotterlagen und ein Uebererden mit lehmigem und bindigem Boden wird zur allgemeinen Festigung des Steinkörpers eines solchen Schotter- oder Kiesweges * wesentlich beitragen.

6. In jenen Fällen, wo Sand in nächster Nähe, also billig zu haben ist, empfiehlt sich auch noch eine dünne Uebersandung der Schotterlage.

7. Die Oberfläche der Fahrbahn hat die Form eines Kreissegmentes oder die eines stumpfen Winkels zu erhalten, d. h. sie ist in der Fahrbahnachse am höchsten anzulegen; denn nur auf diese Art können die Niederschläge schnell und auf dem kürzesten

* In ähnlicher Weise werden die zuerst von dem englischen Ingenieur Mac Adam gebauten, sogenannten macadamisirten Straßen aus 3—5 cm dicken Schotterlagen hergestellt, wobei die verwendeten Schottersteine gegen die obere Fahrbahnfläche an Größe abnehmen.

Wege von der Fahrbahn ablaufen und wird deren nachtheiliger Einfluß auf das kleinste Maß eingeschränkt. Die Höhe der Abwölbung kann je nach Beschaffenheit der ortsüblichen Fuhrwerke und deren Belastung, insbesondere aber nach Maßgabe der Beschaffenheit des verwendeten Schotters zwischen 2½—5% der Fahrbahnbreite schwanken.

8. Nachdem die Dauer eines Weges mit der Dichtigkeit und Festigkeit des Baues zunimmt und zum Befahren eines frisch angelegten Weges mehr als die dreifache Zugkraft erfordert wird, so soll bei einer wichtigeren Weganlage die Fahrbahn nach ihrer Fertigstellung überwalzt werden.

§. 83. Sicherungsbauten zur Festigung der Böschungen.

Die Böschungen von größerer Ausdehnung sind an jenen Stellen, wo allenfalls eine natürliche Festigung nicht so bald zu erwarten ist, während eine mehr oder minder starke Abnützung und Zerstörung durch die elementaren Einflüsse mit Sicherheit vorausgesetzt werden kann, durch ausreichende Schutz- und Sicherungsbauten in entsprechender Weise künstlich zu versichern. Die Versicherung einer Böschung durch Ansaat, Berasung, Bepflanzung und Berauhwehrung, durch Anlage eines Terrassenbaues aus Faschinenmaterial wird eingehender in dem Capitel „Triftbachbauten" besprochen, und verweisen wir hier auf die Paragraphe, betreffend die Bauten zur Festigung von Terrainbrüchen.

Genügen die voraufgeführten einfachen Mittel nicht, um eine Böschung hinreichend zu schützen, so treten an deren Stelle Steinbauten in Form einer Pflasterung oder Mauerung. Die Steinpflasterung als Schutz- und Sicherungsmittel kann sich auf einen großen Theil der Böschungsfläche erstrecken, oder es werden nur einzelne, besonders gelockerte und gefährdete Partien abgepflastert. Beispielsweise sollen stets einzelne Wasserrinnen in sorgfältig ausgepflasterten Schalen oder Sickercanälen (Sickerschlitzen) über die Böschungen hinweg geführt werden, damit letztere nicht durch die kalkende Wirkung der abfließenden Wässer zerstört werden können. Die Pflastersteine müssen mindestens 30—50 cm tief, und zwar wie beim Fahrbahnpflaster mit der längsten Dimension in die Böschung eingreifen, wenn sie gleichzeitig dem schiebenden Drucke mit Erfolg widerstehen sollen.

In Oertlichkeiten, wo eine Abböschung der Anschnitte oder Anschüttungen aus localen Gründen, beispielsweise

a) weil am Kostenaufwande gespart werden soll,
b) weil die Thäler enge, die Hänge sehr steil sind, oder weil die Weglinie nahe an einen fremden Grund anstößt, der nur mit Schwierigkeiten zu erwerben ist,
c) weil Abrutschungen der steilen Hänge und Unterspülungen durch fließende Gewässer zu besorgen stehen,
d) oder weil Bodenhindernisse bestehen, die eine natürliche Böschung ausschließen, wie Fels- oder beweglicher Boden,

unterbleiben muß, treten an die Stelle der Pflasterung die Stütz- und Futtermauern.

Die Stütz- und Futtermauern sind entweder einfaches Trockenmauerwerk oder sie erhalten ein Bindemittel, d. h. sie werden in Mörtel oder Cement gelegt und als Speis- oder Mörtelmauerwerk hergestellt. Die gewöhnlichen Trockenmauern hemmen den Wasserabfluß nicht, sind leicht und zu jeder Zeit herzustellen und sind obendrein die nicht unbeträchtlichen Kosten der Beifuhr und Zubereitung des Bindemittels zu ersparen. Trockenmauern lassen sich aber mit Vortheil nur bis zu einer Höhe von circa 8 m anwenden. Muß diese Höhe überschritten werden, oder ist überhaupt ein Mangel an größeren

Steinen, oder kann der Mauer keine entsprechende Böschung oder Anzug gegeben werden und ist das Mauerwerk noch überdies den Angriffen eines fließenden Wassers ausgesetzt, dann müssen Speis- oder Mörtelmauern an die Stelle der Trockenmauern treten.

§. 84. Allgemeine Bauregeln für die Herstellung der Stützmauern.

1. Das Mauerwerk muß einen solchen Grad von Festigkeit bekommen, daß es dem Drucke des dahinter gelagerten Materiales genügenden Widerstand entgegenzusetzen vermag. Ueber den Einfluß der Profilbeschaffenheit einer Mauer verweisen wir auf die §§. 141, 142 und 143.

Nachdem die Trockenmauern bedeutende Zwischenräume haben, die oft 5% und darüber ihres gesammten Volumens erreichen, so ist auch ihre Widerstandsfähigkeit eine verhältnißmäßig geringere als bei einer in Mörtel gelegten Mauer, bei der noch überdies der festere Zusammenhang der einzelnen Mauertheile hinzutritt.

Das Gewicht eines m³ Mauerwerk beträgt nach Schuberg bei Verwendung von

Basalt	2700 kg
Granit	2500—2600 „
Thonschiefer	2400—2500 „
trockenem Sandstein	2100 „
frischem „	2180—2200 „
Kalkstein	1800—2000 „

Das specifische Gewicht ist nach Angaben von Kreuter bei

Basalt	3·00
Dolomit	2·86
Feldspath	2·60
Granit	2·63—2·76
Gyps	2·30
Kalkstein	2·70—2·80
feuchtem Sand	1·90
trockenem Sand	1·42
Sandstein	2·30
Schiefer	2·80—2·90
Schlamm oder Schlick	1·63
Thon	1·92

Ausgedehnte Böschungsmauern haben stets eine wechselnde Höhe und sollten demnach strenge genommen verschiedene Mauerstärken erhalten. Da aber eine wechselnde Mauerdicke nur dann zulässig ist, wenn sie absatzweise hergestellt werden kann, so wird in der Praxis eine mittlere Mauerstärke angenommen und diese im Bedarfsfalle durch Pfeiler oder Streben verstärkt. Bezeichnen wir mit s das specifische Gewicht des Hinterfüllungsmateriales, mit h die Mauerhöhe, mit b die mittlere Dicke der Stützmauer und mit α den natürlichen Böschungswinkel* der Hinterfüllung, so ist der auf die Mauer wirkende Druck $D = s \frac{h^2}{2} . \operatorname{tang}^2 \frac{90 - \alpha}{2}$.

* Für Kalkböden kann $\alpha = 27°$ und für einen Quarzsandboden $\alpha = 30°$ angenommen werden.

Aus der bekannten Bedingungsgleichung für die Stabilität der Mauer $D \cdot \frac{h}{3} = G \cdot \frac{b}{2}$ ist, wenn das Gewicht der Mauer für 1 m Länge $G = b \cdot h \cdot p$ und $b = \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{D}{p}}$ angenommen wird, wobei p das Gewicht eines m³ der Hinterfüllungsmasse ist, und wenn man endlich für D den Werth aus der ersteren Formel setzt, $b = h \operatorname{tang} \frac{90 - \alpha}{2} \sqrt{\frac{s}{2p}}$.

2. Die verfügbar größten Steine sind in den untersten Lagen der Mauer zu verwenden.

3. Den Steinen ist durch Entfernen oder Abhauen der hervortretenden Spitzen oder Ecken ein entsprechendes Lager zu geben.

4. Die Steine sind thunlichst „Voll auf Fug" zu legen.

5. Die Zwischenräume sind gut zu verspannen und mit kleinen Steinen auszufüllen und zu verzwicken.

6. Der Stützmauer muß ein entsprechendes Fundament gegeben werden, damit nicht der Frost unter die Mauer eintreten könne (60—90 cm). Um der Mauer die erforderliche Standfestigkeit zu sichern, ist das Fundament auf einen festen Untergrund zu stellen, welch' letzterer im Bedarfsfalle durch Herstellung eines Rostes oder der einer Betonirung auch geschaffen werden kann.

7. Für eine Trockenmauer sind möglichst große Steine zu verwenden, deren durchschnittlicher Massengehalt nicht unter 0·05 m³ liegen soll.

8. Die Trockenmauern erhalten unter mittleren Verhältnissen 40—50% ihrer Höhendimension als Grundstärke und eine Böschung oder einen Anzug von $^1/_8$—$^1/_5$ der Höhe, während die Mauern in Mörtel keinen so großen Anzug erfordern; immerhin wird jedoch mit der zunehmenden Ausladung deren Widerstandsfähigkeit erhöht.

9. Mit Rücksicht auf den Kostenaufwand soll eine Böschungsmauer nur so hoch ausgeführt werden, als es für die erforderliche Befestigung der Böschungen unbedingt nothwendig ist.

10. Gemischtes Mauerwerk, d. i. Bruchsteinmauerwerk mit einer Mörtelmauerverkleidung, empfiehlt sich wegen des ungleichen Setzens nicht; desgleichen erachtet Schuberg auch die Ausfütterung einer Trockenmauer mit Moos nicht für zweckmäßig, weil damit mangelhafte Ausführungen leicht verdeckt werden können.

11. Um das Ansammeln von Wasser hinter einer Böschungsmauer aus Mörtelmauerwerk hintanzuhalten, müssen Durchlaßöffnungen in genügender Anzahl in der Mauer ausgespart werden.

12. Wird der Böschungsfuß einer Weganlage vom Wasser eines Baches getroffen, auf dem Hölzer von größeren Dimensionen, Klötze oder 2 m langes Brennholz im runden Zustande getriftet werden oder der umfangreiche Geschiebe führt, so empfehlen sich anstatt der Stützmauern Holzbauten; denn mit Ausschluß einer Quadermauer vermag selbst ein gutgefügtes Mauerwerk dem heftigen und fortgesetzten Anpralle der Trifthölzer, beziehungsweise der Geschiebe auf die Dauer nicht zu widerstehen, während hölzerne Verwerkungen erfahrungsgemäß besser entsprechen.

§. 85. Bauten für die Wasserableitung.

a) Seitengräben.

Die Seitengräben sollen in Verbindung mit weiteren Vorrichtungen und Anlagen (Querrinnen, Wasseranschläge) die Tagwässer von der Fahrbahn aufnehmen und sie sodann ohne Nachtheil für dieselbe möglichst rasch weiterleiten. Die Seitengräben sind daher für den Zweck der Trockenhaltung des Wegkörpers in den meisten Fällen unentbehrlich. Bezüglich der erforderlichen Dimensionen, des Gefälles und allfälliger Sohlenversicherung verweisen wir auf den §. 76 und bemerken nur, daß die Grabenböschungen in einem lockeren Boden möglichst flach (1 : 1½ bis 1 : 2) anzulegen sind.

b) Wasseranschläge oder Querrinnen.

Der Querrinne fällt die Aufgabe zu, die Tagwässer von der Fahrbahn in die Seitengräben zu leiten und damit zu verhindern, daß nicht etwa die Fahrgeleise durch die Regenwässer mehr und mehr zu kleinen Wassergräben ausgespült werden. Diese Querrinnen können aus Schottermaterial, Holz oder Steinen hergestellt werden und bestehen aus kleinen Erhöhungen oder Dämmen, die schräg über die Fahrbahn führen. Die hölzernen Querrinnen bestehen aus zwei in den Boden eingelassenen Hölzern, die durch zwei bis drei Querriegeln in einer gegenseitig parallelen Lage gehalten werden, während bei der Anwendung von Steinen quer über die Fahrbahn hinreichend tiefe und weite, muldenförmige Rinnen ausgepflastert werden.

Die Holzrinnen sind nur für untergeordnete Wege anwendbar, während die durch Andämmung hergestellten Rinnen in kurzer Zeit zusammengefahren sind und daher fortgesetzter Erneuerung bedürfen. Die gepflasterten Wasseranschläge dagegen sind ausdauernd und sollten bei wichtigeren Wegbauten ausschließlich in Anwendung kommen. Die Querrinnen sind über die Fahrbahn unter einem spitzen Winkel zu führen und bei zunehmender Wegsteigung in größerer Anzahl und mit ausreichender Vertiefung herzustellen.

c) Sickerdohlen.

Die Sickerdohlen erhalten gewöhnlich eine Breite und Tiefe von 30—50 cm und werden in einem lockeren Boden an den senkrechten Wandungen kleine Trockenmauern errichtet. Der Raum zwischen den natürlichen und den aus Steinen hergestellten Wänden wird mit groben Rollsteinen lose ausgefüllt, dann mit einer Schichte von Nadelholzästen, Moos und Rasenziegeln gedeckt und vorsichtig mit Erde überschüttet, damit ein Verschlämmen der Zwischenräume innerhalb der Steinfüllung nicht eintreten könne. Die Sickerdohlen, gewöhnlich eine in der Mitte und zwei, d. i. je eine an den beiden Fahrbahnseiten, werden parallel zu der Wegachse unter das Niveau der Fahrbahnpflasterung, jedoch etwas höher als die Seitengräben gelegt, das letztere aus dem Grunde, damit das Wasser durch kleine Seitendohlen in die Wassergräben geleitet werden könne.

Die Anlage oder Herstellung von Sickerdohlen ist in einem wasserhältigen Boden oder dort, wo die Einwirkung von unterirdischen Quellen durch allfällige Erweichung des Wegkörpers befürchtet wird, von einem großen Vortheile für die Trockenerhaltung der Weganlage. Selbstverständlich sind Sickerdohlen gleichzeitig mit dem Unterbaue herzustellen.

d) Durchlässe oder Dohlen.

Um die Wassermassen aus den Seitengräben oder untergeordneten Wasserläufen abzuleiten, bedient man sich der verdeckten Durchlässe oder Dohlen, die in ihrer ersten Anlage theuer und in höherem Grade der Gefahr einer Verstopfung ausgesetzt sind, als die gewöhnlichen Querrinnen. Trotzdem werden aus Rücksichten für den Betrieb oder die Benützung des Weges die ersteren den letzteren Vorkehrungen vorgezogen.

Die einfachsten Durchlässe sind Röhren (Röhrendohlen), die aber mindestens einen halben Meter unter der Fahrbahnoberfläche durch den Wegkörper geführt werden müssen, damit sie nicht von dem Drucke der auf der Fahrbahn zu verführenden Lasten erreicht werden können. Eine zweite, und zwar die zugleich am häufigsten in Anwendung stehende Art eines Durchlasses sind Deckeldohlen, d. h. gemauerte und mit Steinplatten überdeckte Abzugs- oder Wassercanäle. Mit dem Unterbaue des Wegkörpers wird sogleich an den im Vorhinein bestimmten Punkten der Raum für den Durchlaß ausgehoben und sodann an die Herstellung der Widerlager geschritten, d. h. jener Seitenmauer des Canals, worauf die Deckplatten zu liegen kommen. Die Sohle des Durchlasses muß zum Schutze gegen Ausspülung mit einem Rollpflaster belegt und die Ausmündungsstelle durch Flügelmauern vor Untergrabung geschützt werden, während für einen zweckmäßigen Einlauf des Wassers am oberen Ende des Durchlasses ein gemauerter Einfallstrichter hergestellt wird. Zu den Widerlagern genügt gewöhnliches Trockenmauerwerk, nur sollen hiezu möglichst lagerhafte Steine ausgesucht werden. Dem Rollsteinpflaster ist eine Stärke von 20—30 cm zu geben, dasselbe ist auch durch zwei Steinschwellen, die an der Ein- und Auslaufstelle zu legen und gut zu festigen sind, gegen Ausspülung zu schützen. Auf die Widerlagsmauern werden die Deckplatten derart gelegt, daß sie einerseits nicht verschoben werden können, andererseits möglichst gut schließen, damit kein Erdreich in den Canalraum fallen kann.

Die Deckplatten sollen auf den Widerlagern bis zur Hälfte oder einem Drittel der Mauerdicke aufliegen und mit Steinen gut hinterfüllt sein, während noch überdies auf die Platten eine 7—10 cm starke Schichte aus bindigem Lehm aufgetragen wird. Die Deckplatten müssen eine Stärke von 10—20 cm, d. i. ein Sechstel ihrer Länge haben und aus einem festen, unverwitterbaren und möglichst ebenen, beziehungsweise gleichmäßig dicken Steine bestehen. Die innere Weite und Höhe eines Durchlasses wird von der Menge des abzuleitenden Wassers und von dem verfügbaren Raume im Wegkörper bedingt.* Die Weite eines gewöhnlichen Durchlasses schwankt zwischen 50—80 cm, ein Ausmaß, welches wohl nur in Ausnahmsfällen überschritten werden wird, nachdem die entsprechenden Deckplatten so große Dimensionen erhalten müßten, daß deren Beschaffung schwierig und im Verhältnisse auch zu kostspielig ausfallen würde. Auch die innere Höhe

---

* Bezeichnen wir mit a das relative Gefälle des Durchlasses, mit m die zum Abflusse kommende größte Wassermasse, mit b die Breite des Durchlasses und mit t die Wassertiefe, so ist nach der Formel von Eitelwein die Wassergeschwindigkeit im Durchlasse $v = 50{\cdot}9 \sqrt{a \,.\, \frac{b\,t}{b+2\,t}}$ und $m = v\,b\,t$.

Wird als das passendste Verhältniß $t = \frac{b}{2}$ gesetzt, so ist $b = \sqrt[5]{\frac{4\,m^3}{648\,.\,a}} = 0{\cdot}36 \sqrt[5]{\frac{m^3}{a}}$.

Wäre beispielsweise das Sammelgebiet des Durchlasses 0·5 km², das Gefälle im Durchlasse 1% und die Niederschlagsmenge per km² und Secunde gleich 1 m³, so ist $b = \sqrt[5]{\frac{4{\cdot}05^3}{648\,.\,0{\cdot}01}} = 0{\cdot}67$ m.

richtet sich nach der Menge der Abflußmassen und soll bei kleinen Durchlässen mindestens so groß sein, daß eine Reinigung derselben ohne Schwierigkeiten möglich ist.

Eine bedeutende Höhe des Durchlasses fordert eine entsprechende Verstärkung der Widerlagsmauern. Man rechnet gewöhnlich

für 0·5—1	m	Durchlaßhöhe	0·4—0·6 m
„ 1·0—1·5	„	„	0·6—0·7 „
„ 1·5—2·0	„	„	0·7—0·8 „ starke Widerlagsmauern.

Bei Gebirgsstraßen werden die Durchlässe sehr häufig, und das mit Vortheil, aus Holz hergestellt und erhalten dann die Form einer kleinen Holzbrücke, d. h. die Deckplatten werden durch gewöhnliche Brückenstreuhölzer ersetzt. Diese Holzdurchlässe haben wohl nur eine beschränkte Dauerhaftigkeit von fünf bis sechs Jahren, sind aber insoweit vortheilhaft, als ihnen ohne einen wesentlichen Mehraufwand eine entsprechende innere Weite und Höhe gegeben werden kann. In Folge dessen wieder kann eine Verstopfung nicht so leicht eintreten oder läßt sich doch schnell und mit geringem Aufwande beheben, ein Umstand, der im Gebirge, wo selbst die kleinsten Wasserrinnen Geschiebe führen, nicht unberücksichtigt bleiben darf.

Eine weitere Art von Durchlässen sind die Gewölbedohlen, welche mit Umgehung der Platten durch ein entsprechend construirtes und ausgeführtes Steingewölbe geschlossen werden. Derlei Anlagen kommen indeß wohl nur bei dem Baue wichtiger, d. i. bei Wegen I. Ordnung in Frage und werden bei mehr untergeordneten Weganlagen wegen des bedeutenden Aufwandes nur in Ausnahmsfällen angewendet.

§. 86. Ueberbrückungen.

Die Ueberbrückung eines größeren Wasserlaufes erfordert stets einen ansehnlichen Kostenaufwand; in gleicher Weise kostspielig ist auch die Erhaltung derartiger Objecte; es empfiehlt sich daher schon bei Ausmittlung der Wegrichtung, die Uebersetzung eines größeren Wasserlaufes thunlichst zu vermeiden. Ueberbrückungen sollen daher nur in jenen Fällen in die Anlage mit einbezogen werden, wenn daraus besondere Vortheile für den Verkehr zu erwarten stehen oder eine Umgehung ganz unmöglich oder doch nur durch Annahme einer ungünstigen, d. i. längeren und schließlich auch minder zweckmäßigen Wegrichtung möglich sein sollte.

Von der endgiltigen Wahl, an welcher Stelle und in welcher Weise ein größerer Wasserlauf zu übersetzen sei, d. h. vor Verfassung des eigentlichen Brückenbauprojectes, wäre noch Folgendes zu erwägen:

1. Soll die Uebersetzung, beziehungsweise der Bau einer Brücke an jener Stelle angestrebt werden, an welcher der Wasserlauf seine mittlere Breite, d. i. seine Normalbreite besitzt und wo die dauernde Erhaltung des vorhandenen Durchflußprofils mit aller Sicherheit vorauszusehen ist. Vom Standpunkte der Kostenfrage aus wäre freilich eine Einengungsstelle eines Wasserlaufes für die Uebersetzung zweckmäßiger, nachdem aber ein derartiges Profil in hohem Grade der Kraft des eingegrenzten Wasserlaufes ausgesetzt erscheint, so ist die Wahl einer solchen Stelle zur Ueberbrückung nur rathsam, wenn die beiderseitigen Ufer aus einem festen Grunde bestehen und mit Rücksicht auf Brückenlänge oder Spannweite keine Unterstützungsbauten innerhalb des Flußbettes erforderlich werden sollten.

2. Soll der Baugrund für die Anlage der Brückenköpfe sicher und zweckmäßig sein oder es darf wenigstens die Ausführung von Versicherungen und Befestigungen der Baustelle auf keine erheblichen Schwierigkeiten stoßen.

3. Muß die Bachsohle eine möglichst normale Gestaltung haben, d. h. die Richtung des Wasserlaufes soll mit der Mittellinie der Wasserrinne zusammenfallen oder doch ohne besondere Vorkehrungen dahin geleitet werden können.

4. Ist die Längsachse der Brücke senkrecht auf die Richtung des Wasserlaufes zu stellen.

5. Ist das Brückenprofil, d. i. dessen innere lichte Weite und Höhe, derart zu bemessen, daß die Wassermassen selbst beim höchsten Hochwasserstande unter dem Brückenkörper durchfließen können.

6. Darf durch die Brückenanlage das normale Durchflußprofil in keiner Weise eingeengt werden, und ist demnach auch das Aufstellen von Brückenpfeilern unmittelbar im Stromstriche möglichst zu vermeiden.

7. Ist die Brückenbahn nach Thunlichkeit wagrecht anzulegen und sollen andererseits auch die Zu- und Abfahrten zur Brücke in dem zulässig kleinsten Gefälle geführt werden, d. h. es soll die Fahrbahn der Brücke und jene der beiderseitigen Zufahrten in einer Verlängerung liegen, oder es sollen wenigstens keine bedeutenden Niveauunterschiede vorkommen.

8. Sind für die Brückenanlage die zulässig einfachsten Formen und Constructionen zu wählen, und soll auch über das Erforderniß an Breite und Tragfähigkeit nicht hinausgegangen werden.

9. Sind bei einer Brückenanlage in erster Linie jene Baustoffe zu benützen, die aus der nächsten Umgebung in genügendem Ausmaße und von entsprechender Güte bezogen werden können, weil auf diese Art dem Bestreben nach einer billigen Bauführung am besten Rechnung getragen wird.

10. Sind die ortsüblichen Bauformen oder Bauconstructionen, insoweit sich solche bewährt und als praktisch erwiesen haben, thunlichst beizubehalten.

Mit Rücksicht auf das zur Verwendung gelangende Material müssen wir unterscheiden: Brücken aus Holz, aus Holz und Stein, ausschließlich aus Stein und aus Eisen. Vor dem Baue muß über jedes Brückenobject ein vollständiges Bauoperat, bestehend aus den erforderlichen Längen- und Querschnitten, Detailansichten und Entwürfen wichtiger Constructionen, auf Grundlage einer bereits genau ausgesteckten Baulinie verfaßt werden.

§. 87. Brücken aus Holz mit hölzernem oder steinernem Unterbau.

Schuberg empfiehlt aus vielfachen Gründen bei dem Waldwegbaue für Brücken nur einen Steinbau als Regel, und auch Dengler bemerkt in seiner „Weg-, Brücken- und Wasserbaukunde": „Die Holzbrücke hat keine Zukunft mehr."

Wir können die volle Richtigkeit dieser Behauptung nicht bezweifeln, denn die einfachste Rechnung muß uns zu der Ueberzeugung führen, daß die billige Herstellung einer Ueberbrückung aus Holz und der vermeintlich hohe Aufwand beim Steinbau nur scheinbare Differenzen sind, die auf ihren wirklichen Werth herabsinken und thatsächlich zu Gunsten des Steinbaues sprechen werden, wenn die Dauerhaftigkeit der einen wie der anderen Bauform in Rechnung gezogen wird. Trotzdem spielt im Gebirge noch heute der Holzbau nicht nur bei den einfacheren Waldwegbauten, sondern auch bei den wichtigeren

eine hervorragende Rolle. Es ist aber auch erklärlich, daß auf die Erschließung der minder ertragsreichen Gebirgsforste kein bedeutendes Anlagecapital aufgewendet werden kann. Die umfangreichen Flächen, die oft unter technisch sehr schwierigen Verhältnissen dem Verkehre geöffnet werden sollen, erheischen bedeutende Mittel; will man, sonst seinen Zweck bald erreichen, muß mit den letzteren haushälterisch gebart werden. Schon die verhältnißmäßig kleinen Walderträge der Gebirgswirthschaft zwingen gebieterisch zu Einschränkungen, wenn diese auch streng genommen nicht immer mit weiser Sparsamkeit gleichbedeutend sind.

Im Großen und Ganzen dürfte sich die ausschließliche Verwendung von Holz bei dem Brückenbau empfehlen:

1. wenn die Weganlage, innerhalb welcher die Brücke gebaut werden soll, nur von untergeordneter Bedeutung ist (Schlagwege);
2. wenn die Holzpreise niedrig sind und das erforderliche Material leicht beigestellt werden kann;
3. wenn der zu überbrückende Wasserlauf regulirungsbedürftig ist und durch eine seinerzeitige Correction des Bach- oder Flußlaufes das Brückenobject voraussichtlich verlegt werden dürfte;
4. wenn die Geldmittel für einen Steinbau nicht vorhanden sind;
5. wenn das Ufergelände nicht die genügende Festigkeit für einen Steinbau besitzt oder Bodenabsitzungen zu befürchten sind;
6. wenn die Rechtsverhältnisse noch einer Ordnung bedürfen;
7. wenn es sich lediglich um einen Nothbau oder um ein Provisorium handelt, welches späterhin durch einen soliden Neubau ersetzt werden soll.

Eine Ueberbrückung besteht:

a) aus den **Brückenköpfen**, Uferfesten, die entweder aus Holz (Joche) oder aus Stein (Pfeiler) bestehen;
b) aus den **Zwischenpfeilern**, Thal- oder Flußjochen, bei größeren Spannweiten (Brückenlängen);
c) aus dem **Brückengerüste**, und
d) aus der **Brückenbahn** und den **Brückengeländern**.

Die unter a und b aufgeführten Brückenbestandtheile bilden den Unterbau, jene unter c und d den Oberbau einer Brücke.

§. 88. Der Brückenunterbau.

a) Joche.

Die einfachste Befestigung einer Uferwand ist der Faschinenbau, der jedoch nur für untergeordnete Brücken bei Schlagwegen oder bei Nothbrücken angewendet werden kann. Die Träger des Brückengerüstes sind in einem solchen Falle eine Reihe von Pfählen, die untereinander mit wagrechten Flechtgurten verflochten und verbunden werden. Zur Hintanhaltung einer Hinterspülung ist das Flechtwerk thalauf- und abwärts entsprechend weit fortzusetzen und in das natürliche Ufergelände möglichst sicher und fest einzubinden.

Von größerer Dauer und Tragfähigkeit sind Holzwände und werden letztere aus diesem Grunde selbst bei untergeordneten Anlagen den Flechtwerken vorgezogen. Die Holzwände bestehen aus zweiseitig abgeplatteten Baustämmen, die aufeinander gelegt und durch Zangen oder Inschlösser in das Hinterland verfestigt werden. Anschließend an diese Holzwand werden unter einem stumpfen Winkel nach auf- und abwärts Wände von gleicher Ausführung und Höhe hergestellt und in das Ufergelände entsprechend tief eingebunden. Die einzelnen Balken sind durch 50—60 cm lange Holznägel untereinander

zu verfestigen. Die Balken der Mittelwand werden mit jenen der beiden Flügel durch eine einfache Ueberplattung und eingeschlagene Holznägel verbunden. Ist eine Unterspülung der Holzwand zu befürchten, dann wird der unterste oder Grundbalken auf eingeschlagene Piloten aufgezapft, wenn nämlich ein einfacher Steinwurf nicht genügen sollte. Die Piloten erhalten eine Abstandsweite von 1·5—2 m.

Eine weitere Art von Uferfestigung sind Spundwände. Diese werden aus 18/12 cm vierkantig bezimmerten, mit Nuth und Feder versehenen Pfählen, die am unteren Ende zugeschärft, also nicht gespitzt, und im Bedarfsfalle noch überdies mit einem eisernen Schuh beschlagen sind, derart hergestellt, daß gleichzeitig eine größere Anzahl der Spundpfähle zwischen einer unverrückbaren Lehre in den Boden möglichst tief eingetrieben wird. Einfacher und minder kostspielig sind Spundwände, die nur an den Ecken und allenfalls bei größerer Breite auch in der Mitte in Abständen von 1·2—2 m senkrecht in den Boden eingerahmte Pfähle erhalten.

Die 15 cm starken Pfähle bekommen beiderseits eine Nuth, in welche sodann 50—80 mm dicke Bohlen wagrecht eingesetzt werden. Die Spundsäulen werden oben auf gleiche Höhe abgeschnitten und durch aufgezapfte Hölzer (Jochholme), die noch überdies mit eisernen Bändern und Klammern befestigt werden, untereinander verbunden. Oefters werden die Bohlen nur rückwärts an die in diesem Falle rund belassenen Spundpfähle angelegt*, nachdem sie ohnedies durch den Druck der Hinterfüllung fest an die Spundsäulen angedrückt werden.

Bei größerer Spannweite müssen Zwischen- oder Flußjoche hergestellt werden. Diese Joche bestehen bei schmalen Brücken aus 3, bei größerer Breite aus 4—5 und mehr Pfählen von 30 cm Stärke, die entweder unmittelbar in den Grund geschlagen oder auf einen pilotirten Grundbaum gesetzt werden. Die mittleren Pfähle werden senkrecht, die beiden äußeren jedoch gegen die Brückenachse etwas geneigt, in einer parallel zum Stromstriche laufenden Linie eingeschlagen. Uebersteigen die Jochpfähle eine Höhe von 3 m, so werden sie durch 21/15 cm starke Querhölzer (Zangenhölzer) zusammengehalten und diese mit den Pfählen durch Verzapfung oder mittelst Schraubenbolzen verbunden. Vor die Pfeiler wird noch ein Eisbrecher gestellt und die Pfähle mit einer Verschalung aus 40 cm starken Brettern versehen, wenn das Joch in einem Triftbache aufgestellt werden soll.

b) Pfeiler.

In einem sicheren, d. i. ziemlich festen Grunde und dort, wo ein zusagender Stein in ausreichender Menge vorhanden ist, sind steinerne Brückenköpfe und Zwischenpfeiler den hölzernen Anlagen vorzuziehen. Hat aber der Untergrund keine genügende Festigkeit und soll trotzdem ein Steinbau aufgeführt werden, so muß dieser entweder auf einen liegenden oder auf einen stehenden Rost gestellt werden. Die Landpfeiler bekommen eine Stärke, die nach Maßgabe ihrer Höhe und des Druckes der dahintergelagerten Erdmassen zu berechnen ist. Die Flügelmauern sind entsprechend in die beiderseitigen Uferwände einzubinden und sollen unter einem stumpfen oder rechten Winkel von der Mittelwand auslaufen.

Die Mittelmauern werden öfters mit verklammerten Steinplatten eingedeckt. Mittelpfeiler erhalten $^1/_4$—$^1/_5$ der Spannweite, in ruhigem Wasser $^1/_6$ derselben als Pfeilerstärke.

Bezüglich der Fundirung verweisen wir auf die §§. 263—278.

* In einem Triftbache ist dies nicht zu empfehlen.

§. 89. Der Brückenoberbau.

Bei kleinen Brücken reicht das Brückengerüste von einem Ufer zum anderen, während es bei größeren Anlagen durch die Zwischenpfeiler unterstützt wird. Die Holzbrücken bestehen aus einem System von Balken, Trägern, Streben, Stützen u. s. w., welche sich gegenseitig verstärken und versteifen und in ihrer Gesammtheit die Fahrbahn mit der dauernden und zufälligen oder beweglichen Last zu tragen haben. Mit Rücksicht auf den constructiven Theil der Holzbrücken unterscheiden wir:

a) Balkenbrücken für Spannweiten bis 9 m;
b) Sprengwerksbrücken } für Spannweiten über 9 m.
c) Hängwerksbrücken }

Die Balkenbrücken.

Die Balkenbrücken können bis zu einer Spannweite von 8—9 m ausgeführt werden und haben (Fig. 51) folgende Bestandtheile:

a) Die Mauerlatten, 25—30 cm starke, vierkantig bezimmerte Balken, die mit eisernen Klammern auf der Mauerkrone befestigt sind. Bei einer Spundwand werden sie durch die Jochholme ersetzt.
b) Sattelhölzer, 30—45 cm stark und vierkantig bezimmert, werden dann angewendet, wenn die Balkenbrücken für die zulässig größte Spannweite von 8—9 m in Gebrauch kommen sollen. Sie sind mit den Dohlbäumen verschraubt oder verzahnt und verzapft.
c) Die Brückenbalken (Brückenträme, Streckbalken, Dohlbäume) sind 30—45 cm stark und erhalten nur an den beiden Enden, wo sie entweder auf den Mauerlatten oder den Sattelhölzern aufliegen, einen kantigen Beschlag. Die Brückenbalken müssen beiderseits eine Auflage von 70—90 cm erhalten und werden an ihren Enden mit conservirenden Stoffen umkleidet oder getheert.
d) Die Durch- und Unterzüge. Dieselben sind 18—24 cm starke, vierkantig bezimmerte Hölzer, die mittelst 1½—2 cm starker eiserner Schrauben mit den Brückenbalken und der Brückendeckung (Ueberlag) verbunden werden, um ein Schwanken der Brücke zu verhüten. Gewöhnlich sind zwei und nur bei längeren Brücken drei Unterzüge erforderlich.
e) Der Bohlenüberlag (Bruckstreu) ist 9 cm stark oder aus 15 cm starken Bruckstreuhölzern hergestellt.
f) Die Saumschwellen (Schleuderbäume) bestehen aus 21/27 cm vierkantig beschlagenen Hölzern, welche zur Befestigung des Bohlenüberlages dienen.
g) Die hölzernen Geländer, und zwar:
   1. Geländerpfosten, 15 cm stark,
   2. Geländerholm, 12 „ „
   3. Geländerstreben, 15 „ „

   welche an den äußeren Brückenbalken befestigt werden können.

Für einspurige Brücken genügen 4 Streckbalken, die in Abständen von 1 m, von Mitte zu Mitte der Balken gerechnet, gelegt werden, während 5 Streckbalken in Abständen on 0·9—1·0 m für zweispurige, 7 Streckbalken mit Abständen von 80—90 cm erforderlich nd, wenn bei einer zweispurigen Bahn beiderseits auch Fußbahnen hergestellt werden

sollen. Bezüglich der Stärke der Brückenbalken gilt die allgemeine Regel, daß, wenn w die Brückenspannweite in Metern bedeutet, bei Verwendung von

Eichenholz $d = 15 + 3{\cdot}0\ w$
Kiefernholz $d = 16 + 3{\cdot}5\ w$
Tannenholz $d = 18 + 3{\cdot}6\ w$ in Centimetern zu bemessen ist.

Mit Rücksicht auf Tragfähigkeit empfiehlt sich bei den beschlagenen Hölzern ein Querschnitt, dessen Breite zur Höhe sich verhält wie 4 : 7.

Sprengwerksbrücken.

Ein Sprengwerk besteht in der Hauptsache darin, daß die Brückenbalken in einem Drittel oder in der Hälfte der Länge durch schräg gestellte Streben (Strebebalken), die mit ihrem Ende in den Uferfesten ruhen, unterstützt werden. Diese Unterstützung kann in verschiedener Weise erfolgen, je nachdem ein jeder Brückenbalken oder nur die äußeren durch Streben unterstützt werden sollen. Im ersteren Falle werden die Streben entweder an einem oder, wenn die Spannweite zu groß sein sollte, an zwei Punkten unmittelbar mit den Brückenbalken durch starke Bolzen und Nägel verbunden. Im zweiten Falle sind (Fig. 52) entweder ein oder zwei Spannriegel a anzubringen, an welche sich sodann die Streben b und die Spannriegel c anlehnen können. Die Streben sollen wenigstens unter einem Winkel von 22—24° mit den Brückenbalken verbunden sein, die Stärke der letzteren besitzen und in den Uferfesten sicher und sorgfältig eingelassen werden, in der Art, daß in keiner Weise eine seitliche Verschiebung der Strebebalken zu befürchten ist.

Hängwerksbrücken.

Das Hängwerk (Fig. 53) weist folgende Bestandtheile auf:

a) Die Hängsäule a, ein vierkantig bezimmertes Balkenstück von der Stärke der Brückenbalken und einer Höhe von

| | | |

Folgerungen.

1. Die Sprengwerke verlangen gemauerte Brückenköpfe oder ein felsiges Ufergelände, auf welches sie verspreizt werden, während für die Balkenbrücken und Hängwerke hölzerne Brückenköpfe benützt werden können.

2. Das Häng- und Sprengwerk gestattet gegenüber den einfachen Balkenbrücken bei gleicher Balkenstärke eine vierfach größere Belastung oder die Verwendung eines schwächeren Gehölzes bei größerer Spannweite.

3. Die Sprengwerke erheischen ein hohes Durchfließprofil, während für ein einfaches Hängwerk nur ein geringer Abstand der Brückenbahn vom Wasserspiegel erforderlich ist. Das Sprengwerk darf weder vom Hochwasser, noch vom Eisgange erreicht werden.

4. Die Hängwerke werden sich dort empfehlen, wo wegen großer Spannung den Brückenbalken bedeutende Dimensionen gegeben werden müßten, während für ein Sprengwerk nicht der genügende Raum vorhanden ist und eine Jochbrücke dem Triftbetriebe größere Schwierigkeiten bereiten würde, endlich auch die Aufstellung eines Joches der ungünstigen Bodenverhältnisse wegen nicht rathsam wäre.

§. 90. Brücken aus Stein.*

Die Bestandtheile einer Brücke aus Stein sind:

a) die Gewölbsohle,
b) die Widerlager, ihre Verstärkungen und Abschlüsse,
c) das Brückengewölbe,
d) die Gewölbsdeckung und Hintermauerung und
e) die Brüstungen und Abweissteine.

Weiters unterscheidet man bei dem Brückengewölbe:

a) die Gewölbsform,
b) die Pfeilhöhe (Höhe der inneren Wölbung),
c) die Spannweite (innere Weite der Wölbung),
d) die Gewölbstärke.

Was die Gewölbsform anbelangt, so kommen bei dem gewöhnlichen Waldwegbau das Kreisgewölbe, dessen innere Wölbung ein Kreisbogen ist, das Stichbogengewölbe, wenn die Wölbung nur einen Bogenabschnitt umfaßt, endlich jene Gewölbe in Betracht, deren innere Wölbung eine Ellipse ist, d. h. die sogenannten Korbbogengewölbe, die aber nur ausnahmsweise zur Ausführung gelangen. Das Verhältniß der Pfeilhöhe zur Spannweite heißt die Verdrückung eines Gewölbes, und beträgt dieselbe beim Kreisgewölbe $^1/_2$, bei dem flachsten Stichbogengewölbe $^1/_7$—$^1/_5$.

Allgemeine Bauregeln.

1. Der verfügbare Raum, beziehungsweise das gegebene Brückenprofil und die localen Abschlußverhältnisse des zu überbrückenden Wasserlaufes sind maßgebend in Hinsicht der Entscheidung, welche Pfeilhöhe und im Zusammenhange damit welche Gewölbsform im gegebenen Falle anzuwenden sei.

* Ueber den Brückenbau aus Stein bietet Schuberg's „Waldwegbau" im II. Bande erschöpfende Mittheilungen.

2. Gewölbe aus Trockenmauerwerk müssen die Halbkreisform erhalten oder zum mindesten sich derselben nähern; denn nur bei dieser Form wird die erforderliche Spannung und Widerstandsfähigkeit erreicht, vorausgesetzt, daß das Gewölbe noch überdies mit den Widerlagsmauern gut verbunden und gleichmäßig verkeilt wird.

3. Die Spannweite ist nach Maßgabe der Wassermenge zu bestimmen und letztere auf Grund von Messungen zu erheben. Ein kleines Durchflußprofil verursacht Anstauungen des Wassers, vermehrt die Wassergeschwindigkeit und damit die kolkende und unterwaschende Wirkung des Wassers, während eine weite Durchflußöffnung einen hohen Kostenaufwand erheischt und zu Schuttablagerungen zunächst dem Objecte führt, die ebenfalls für den Bestand des letzteren nachtheilig werden können.

4. Für die Gewölbstärke ist zunächst die Dicke des Gewölbes im Scheitelpunkte maßgebend, und empfiehlt Perronet für die Berechnung der letzteren, wenn S die Spannweite des Gewölbes ist, die Formel für Metermaß

$$\text{Gewölbsdicke } d = 0{\cdot}035\ S + 0{\cdot}33,$$

während Schmitt für die Berechnung der mittleren Gewölbsringstärke d', wenn h die Höhe jener Schichte bedeutet, welche auf dem Gewölbe aufruhen soll, die Formel vorschreibt:

$$d' = (0{\cdot}40 + 0{\cdot}05\ S)\ (1 + 0{\cdot}04\ h)$$

Der zweite Factor kann entfallen, wenn h < als 2 m ist.

5. Von der sicheren und festen Herstellung der Widerlager hängt die Standfestigkeit des ganzen Objectes ab.

Die Widerlager haben:

a) dem Drucke des aufruhenden Gewölbes und der Fahrbahn sammt Belastung,
b) der Schubkraft der Hinterfüllung und
c) den Angriffen des Wassers einen entsprechenden Widerstand entgegenzustellen.

Wenn h die lichte Höhe, h' die Dicke der auf dem Gewölbe aufruhenden Aufschüttung, S die Spannweite und k die Stärke der Widerlager bedeutet, so kann letztere nach Schmitt aus der Formel für das Metermaß $k = (0{\cdot}65 + 0{\cdot}03\ S + 0{\cdot}07\ h)\ (1 + 0{\cdot}06\ h')$ berechnet werden, wobei der zweite Factor abermals entfallen kann, wenn h' < als 2 m ist.

6. Die Widerlager sind mit entsprechend profilirten Flügelmauern in das natürliche Gelände fest einzubinden und müssen letztere, d. i. die Einbindungsstellen, mit besonderer Sorgfalt hergestellt werden, damit nicht von diesem Punkte aus eine Unter- oder Hinterspülung eintreten könne.

7. Das Gewölbe ist mit einer 10 cm dicken Cement- oder Lehmschichte zu bedecken, welch' letztere festzustampfen und mit kleinem Kies zu überschütten ist.

8. Die Gewölbsohle muß mit einem starken Rollsteinpflaster, welches schalenförmig zu profiliren ist, belegt werden und erhält ein Gefälle, welches um etwas das mittlere Gefälle der nächst oberen Bachbettsohle übersteigen soll.

§. 91. Arbeitsaufwand bei dem Baue und der Erhaltung der Waldwege I. und II. Ordnung.*

Im Allgemeinen nehmen auf die Höhe des erforderlichen Arbeitsaufwandes bei den unterschiedlichen Wegarbeiten einen Einfluß:

---

* Bei den speciellen Ansätzen gelten folgende Abkürzungen: St. = Steinbrechertage, M. = Maurertage, Mt. = Mörtelmachertage, Z. = Zimmermannstage, H. = Handlangertage, T. = gewöhnliche Tagschichten, R. = Vergütung für Requisitenabnützung.

1. die jeweilige Beschaffenheit des Bodens, der Geräthe und der zu verwendenden Baustoffe;

2. die Leistungsfähigkeit der verfügbaren Arbeitermannschaft * und Zugkraft;

3. die ortsübliche Arbeitsdauer;

4. die mehr oder minder hohe Vertrautheit der Arbeitermannschaft mit den ihr überwiesenen Verrichtungen und der Grad ihrer körperlichen und geistigen Fähigkeit;

5. die Beschaffenheit der Baustelle mit Rücksicht auf Lage, Klima und die vorherrschenden Witterungsverhältnisse;

6. die Art der Arbeitsvergebung, d. h. ob ein Bau im einfachen Taglohn oder im Accord gegen im Vorhinein festgesetzte Einheitspreise vergeben wird.

1. Aufwand bei der Räumung der Baufläche.

Der Aufwand für das Räumen eines m² Baugrund berechnet sich je nach der Beschaffenheit des Bodens und Bodenüberzuges

a) bei leichter Erddecke mit schwacher Verwurzelung	0·01	T.
b) „ „ „ „ einem filzigen Heideüberzug	0·02	„
c) „ „ „ „ „ sehr verfilzten Ueberzug von Heidelbeerkraut	0·03	„
d) „ „ „ „ einer dichten Rasendecke	0·04	„
e) „ einem mittelfesten Boden mit Strauchwerk	0·10—0·12	„
f) „ „ „ „ „ stärkerem Gehölz bestockt, einschließlich Wurzelrodung	0·16—0·19	„
g) bei Bodenräumung durch Rodung der vorhandenen Stöcke per rm³ fertig gestelltes und gezaintes Stockholz	0·75—1·00	„
oder per m² ** Stammgrundfläche bei schwachen Stämmen	5·00	„
„ starken „	10·00	„

2. Arbeitsaufwand bei dem Loslösen der Abtragsmassen.

Einen m³ Erde abgraben und auf kurze Strecken in die Anschüttungen überwerfen erfordert je nach Beschaffenheit des Bodens einen Arbeitsaufwand in

a) trockenem lockeren Sandboden	0·08	T.
b) festem und nassem „	0·10	„
c) fester Ackererde	0·12	„
d) leichtem Lehm-, Kies- oder Torfboden	0·13	„
e) nassem „ „ „ „	0·15	„
f) grobem Kies- oder Steingerölle	0·17	„
g) dichtem, steinigem und nassem Lehmboden	0·19	„
h) leichtem und trockenem Lehmboden	0·23	„
i) schwerem und feuchtem Thon- und Lettenboden	0·27	„
k) mittelfestem und steinigem Thon- und Lehmboden	0·31	„
l) zähem, trockenem und sehr hartem Thon- und Lettenboden	0·35	„
m) steinartig verhärtetem Boden	0·40	„

* Die körperliche Leistungsfähigkeit eines Mannes ist gleich $^1/_7$ Pferdekraft und wird letztere mit 5 kg bemessen, d. h. mit einem Kraftaufwande, der erforderlich ist, um eine Last von 75 kg in einer Secunde 1 m hoch emporzuheben.

** Nach Petraschek.

Einen m³ lockeren oder festen Felsen brechen oder absprengen und das gewonnene Material auf kurze Strecken abwerfen oder in nächster Nähe lagern erfordert je nach Beschaffenheit des Gesteines in

a)	steinreichem Thon- und Mergelboden	0·33 T.
b)	Keupersandstein, Lias u. dgl.	0·38 „
c)	weichem Taggestein	0·43 „
d)	leicht brechbarem Kalk-, Sand- nnd Ortstein	0·49 „
e)	schwer „ „ „ „ „	0·56 „
f)	dichtem, quarzhaltigem Kalk-, Sand- und Ortstein	0·63 „
g)	starken Bänken von Kalk-, Sand- und Ortstein	0·70 „
h)	Dolomit und dichtem Muschelkalk	0·80 „
i)	Dolomit, Gneis, Basalt u. s. w.	0·90 „
k)	Granit, Syenit u. s. w.	1·00 „
l)	Porphyr, Quarzfels u. s. w.	1·20 „
m)	Grauwacke und allen zähen, kieseligen Gesteinen	1·70 „

Den Posten g bis einschließlich m sind noch 10% R. zuzuschlagen.

3. Raumzunahme der Abtragsmassen.

Ein derb m³ fester Boden gibt nach erfolgter Abgrabung oder Auflockerung in

leichtem Boden	1·10—1·20 m³
Mittelboden	1·20—1·24 „
schwerem Boden	1·23—1·25 „
Steinboden	1·24—1·27 „
Gestein	1·26—1·50 „

4. Ladungsverhältnisse bei Verführung der Abtragsmassen.*

Nach Maßgabe der Bodenbeschaffenheit sind zur Verführung eines m³ gewachsenen Bodens erforderlich:

	Schubkarren-Ladungen	Handkarren-Ladungen	Spannkarren-Ladungen
in leichtem Boden	24—27	3·7—4·0	2·4—2·5
„ mittelfestem „			
„ schwerem „			
„ steinigem „	26—30	4·1—5·0	2·5—2·7
„ Gestein			

5. Verführung der Abtragsmassen.

Der Verführungsaufwand wird nach der Tabelle XXI berechnet, und ist der daselbst angegebene Leistungsaufwand bis 50% zu erhöhen, wenn Gesteinsmassen verführt werden sollen.

---

* Wagner beziffert in seinem „Baurathgeber" die Verladungsmassen per

Schubkarren mit	0·032 m³
Handkarren „	0·250 „
Spannkarren „	0·500 „

Petraschek bezeichnet im „Forstkalender" 1883 als Durchschnittsladungen für

Schubkarren	0·037 m³
Handkippkarren	0·300 „
Pferdekarren	0·330 „ (für schwache Zugthiere).

6. Bemessung der Auftragsarbeiten.

a) Einen m³ Erdanschüttung in einzelnen Schichten herstellen und stoßen erfordert je nach der Bodenbeschaffenheit, und zwar:

in leichtem Boden	0·021—0·022 T.
„ mittelfestem „	0·024—0·030 „
„ festem „	0·032—0·036 „

b) Einen m³ Erdanschüttung oder Hinterfüllung ohne Gewinnung und Verführung, dagegen Planirung, in höchstens 24 cm dicken Lagen feststampfen, Ziehen der Banquettes und Herstellen der Böschungen . . . . . 0·21 T.

c) Einen m³ Erdanschüttung herstellen, einschließlich des Gewinnens und Ueberführens des Materiales auf circa 50 m, dann feststampfen nach bestimmten Profilen

unter günstigen Verhältnissen	0·70 T.
„ mittleren „	1·00 „
„ ungünstigen „	1·30 „

d) Einen m² Fahrbahn oder Planie mit einer 15 cm hohen Schotter- oder Erdschichte überlagern, ohne Beifuhr des Materiales . . . . . 0·02—0·03 T.

7. Aufwand der Verebnung.

a) Einen m² Einschnitts- oder Auftragsböschung anebnen erfordert . . . . . 0·010—0·020 T.

b) Einen m² Fahrbahn abebnen und nach dem bestimmten Profil abwölben erfordert unter Voraussetzung einer minder sorgfältigen Ausführung

bei günstigen Verhältnissen	0·014—0·015 T.
„ mittleren „	0·020—0·021 „
„ ungünstigen „	0·028—0·030 „

c) wenn die Abebnung sorgfältiger geschehen soll

bei günstigem Erdboden	0·03 „
„ mittlerem „	0·04 „
„ ungünstigem „	0·06 „
„ günstigem steinigen Boden oder Felsengrund	0·07 „
„ mittlerem „ „ „ „	0·09 „
„ ungünstigem „ „ „ „	0·14 „

8. Arbeiten an den Auftrags- und Abtragsböschungen.

a) Einen m² Rasendecke auf die Tiefe eines Spatenstiches abheben und seitlich lagern

in steinfreiem Boden	0·02 T.
„ steinigem „	0·04 „

b) Einen m² Erdböschung mit einer 8—10 cm dicken Humusschichte übererden und mit Grassamen bebauen . . . . . 0·07 T.

c) Einen m² Böschungsfläche mit Rasen belegen sammt Gewinnen und Anpfählen der Rasenziegel erfordert

unter günstigen Verhältnissen	0·10 T.
„ ungünstigen „	0·15 „

d) Einen m² Böschungsfläche 12—15 cm hoch mit Faschinenmaterial berauhwehren (Spreitlage) einschließlich der Gewinnung und Zurichtung des Faschinenmateriales, erfordert

unter günstigen Verhältnissen . . . . . 0·20 T.
„ ungünstigen „ . . . . . 0·30 „ } und 5 Stück Faschinen.

e) Einen m² steiler Böschung mit Lehm beschlagen . . . 0·05—0·06 T.

f) Einen m² felsiger Einschnittsböschung abebnen und versichern, d. h. die losen und überhängenden Steine entfernen, vorkommende Lücken trocken ausmauern, die Böschung theilweise mit Erde oder mit Rasen überziehen, erfordert 0·12—0·15 T.

9. Aufwand für Grabenherstellung.

Das Arbeitserforderniß für die Herstellung der Wasserabzugsgräben ist nach Tabelle XX zu berechnen.

10. Stein- und Schottergewinnung.

Der Arbeitsaufwand für die Gewinnung von einem m³ Bruchstein für die Straßengrundlage stellt sich wie folgt:

A. Steingewinnung mit Spitzhaue und Brechstange.

a) Keupersandstein, Mergel, weiche Taggesteine 2c.:

offener Steinbruch	0·15 St.	0·50 H.
Steinbruch mit Erdabräumung	0·21 „	0·55 „

b) Muschelkalk, Sandstein 2c.:

offener Steinbruch	0·35 „	0·55 „
Steinbruch mit Erdabräumung	0·40 „	0·65 „

B. Steingewinnung mit Anwendung von Sprengmitteln.*

c) Harte Gesteine, dichter Kalk, Conglomerate, Thonschiefer 2c.:

offener Steinbruch	0·50 St.	0·50 H.
Steinbruch mit Abräumung	0·65 „	0·60 „

0·20—0·25 kg Sprengpulver.

---

* Nach Petraschek stellt sich der Bedarf an Sprengmitteln, wenn gleichzeitig Pulver und Dynamit verwendet werden, für das Lossprengen eines m³ gewachsenen Felsens

bei brüchigem Gestein auf . . . . . 50 g Pulver und 50 g Dynamit
„ mittelfestem „ „ . . . . . 52 „ „ „ 71 „ „
„ sehr festem „ „ . . . . . 49 „ „ „ 84 „ „

Zündschnüre für Pulversprengung sind erforderlich:

in günstigem Gestein . . . . . 0·50 m
„ ungünstigem „ . . . . . 0·85 „

für Dynamitsprengung:

in günstigem Gestein . . . . . 0·25 „
„ ungünstigem „ . . . . . 0·85 „

für das combinirte Verfahren:

in brüchigem Gestein . . . . . 0·40 m
„ festem „ . . . . . 0·39 „
„ sehr festem „ . . . . . 0·33 „

Auf 1 kg Dynamit sind 12 Stück Kapseln zu rechnen. Die erforderliche Anzahl von Bohrlöchern berechnet sich per m³ der Felsensprengungen

unter günstigen Verhältnissen mit 26
„ ungünstigen „ „ 29

Ein Längenmeter Bohrloch von 4 cm Durchmesser erfordert einen Herstellungsaufwand:

unter günstigen Verhältnissen von . . . . . 0·97 T.
„ mittleren „ „ . . . . . 1·85 „
„ ungünstigen „ „ . . . . . 2·75 „

d) Sehr harte Gesteine, Granit, Grauwacke, Basalt, Porphyr, Syenit, Grünstein u. dgl.:

offener Steinbruch . . . . . 0·80 St. 0·75 H.
Steinbruch mit Abräumung . . . . . 0·95 „ 0·90 „
0·38—0·24 kg Sprengpulver.

Zu Post A ist noch ein Zuschlag per 10% R. hinzuzurechnen.

Das Erforderniß an Steinen für die Fahrbahn kann unter der Voraussetzung, daß die Steinlage eine Dicke von 25—35 cm bekommen soll, für den laufenden Meter angenommen werden, und zwar:

	Pflasterung (Gestück)	Schotterung (Beschläg)
für 3·0 m Bahnbreite	0·50—0·75	0·28—0·35 m³
„ 3·5 „ „	0·60—0·85	0·33—0·45 „
„ 4·0 „ „	0·70—0·95	0·37—0·55 „
„ 4·5 „ „	0·80—1·10	0·40—0·65 „
„ 5·0 „ „	0·90—1·25	0·45—0·76 „

Einen m³ Schotter in der mittleren Größe von 3—5 cm Würfelkante einschließlich der Lagerung in Prismen von 2—3 m³ gewinnen erfordert:

a) bei Bachgeschiebe oder Gerölle, aus der Erdoberfläche gewinnen, wobei nur einzelne Stücke geschlagen werden müssen . . . . . 0·60 T. und 10% R.

b) bei grobem Schotter, aus Einschnitten oder aus einer Berglehne gewinnen, wobei alle Stücke geschlägelt werden müssen . . . . . 0·75 T. und 10% R.

c) Schotter aus einem erdigen Gerölle, welches durchgesiebt werden muß, gewinnen . . . 1·00 „ „ 10 „ „

d) Schotter aus gebrochenen Steinen gewinnen und in Prismen schlichten:

bei Keupersandstein, Mergel, weichen Taggesteinen . . 0·60 T.
„ Muschelkalk, Sandstein . . . . . 0·70 „
„ Thonschiefer, hartem Sandstein, dichtem Kalkstein, festem Conglomerat . . . . . 1·30 „
„ Granit, Grauwacke, Basalt, festem Kalkstein, Porphyr u. s. w. . . . . 1·80 „

11. Fahrbahnherstellung und Erhaltung.

a) Einen m³ Steingrundlage (Straßenpflaster, Gestück) an den Banquettes 16, in der Mitte circa 27 cm hoch auftragen, einschließlich des Zurichtens, Verbauens und Setzens der Leistensteine, ohne Steingewinnung und Zubringung, je nach Beschaffenheit der verfügbaren Steine, erfordert bei:

Sandstein	weiches Gestein	0·065	T.	und	10%	R.
	hartes „	0·075	„	„	„	„
Kalkstein	weiches Gestein	0·070	„	„	„	„
	hartes „	0·080	„	„	„	„
kieseligem Stein	weiches Gestein . . .	0·080	„	„	„	„
	hartes „ . . .	0·117	„	„	„	„
Basalt, Granit	weiches Gestein	0·120	„	„	„	„
	hartes „	0·165	„	„	„	„

b) Einen m³ Steingrundlage (Straßenpflaster) wie vorstehend herstellen erfordert:

mit weichem Gestein	0·32 T.	und 10% R.
„ mittelhartem Gestein	0·58 „	„ „ „
„ sehr hartem und zähem Gestein	0·82 „	„ „ „

c) Einen m² Straßenfahrbahn mit einer 15 cm hohen Schotterschichte überziehen und den Schotter aus den auf der Fahrbahn vorhandenen Steinen erzeugen, je nach Art des verfügbaren Materiales, erfordert bei:

Sandstein	weiches Gestein	0·065 T.
	hartes „	0·095 „
Kalkstein	weiches Gestein	0·075 „
	hartes „	0·110 „
Bachgeschiebe oder Steingerölle	weiches Gestein	0·085 „
	hartes „	0·150 „
Quarz	weiches Gestein	0·120 „
	hartes „	0·185 „
Basalt, Granit u. s. w.	weiches Gestein	0·155 „
	hartes Gestein	0·205 „
	sehr hartes Gestein	0·260 „

d) Einen laufenden Meter einfache Schotterbahn * herstellen, worunter das Ausgleichen und Festrammen, dann das Abwölben der Fahrbahn auf 6—8 cm Höhe einschließlich des einfachen Ueberschotterns und der Anlage der erforderlichen Seitengräben verstanden wird, erfordert ohne Materialgewinnung, Beistellung und Zurichtung bei einer Wegbreite von 3—4 m

unter günstigen Verhältnissen	0·20—0·30 T.
„ mittleren „	0·50 „
„ ungünstigen „	0·70—0·80 „

von 4—5 m

unter günstigen Verhältnissen	0·35—0·45 „
„ mittleren „	0·75 „
„ ungünstigen „	1·10—1·30 „

von 5—6 m

unter günstigen Verhältnissen	0·45—0·55 „
„ mittleren „	1·00 „
„ ungünstigen „	1·40—1·60 „

e) Einen laufenden Meter regelrecht versteinte Fahrbahn ** herstellen, beziehungsweise das Abflächen, Wölben, Ausheben und Herrichten der Gräben, Einsetzen der Steingrundlage (Pflasterung) und Ueberschotterung erfordert bei einer Wegbreite von 3·6—3·8 m

unter günstigen Verhältnissen	1·90 T.
„ mittleren „	3·15 „
„ ungünstigen „	5·10 „

---

* Nach Angaben von Schuberg's „Waldwegbau", II. Band.

** Nach Schuberg, II. Band.

von 4·2—4·4 m
unter günstigen Verhältnissen . . . . . 2·25 T.
„ mittleren „ . . . . . 3·65 „
„ ungünstigen „ . . . . . 5·70 „
von 4·8—5·0 m
unter günstigen Verhältnissen . . . . . 2·75 „
„ mittleren „ . . . . . 4·65 „
„ ungünstigen „ . . . . . 6·60 „

f) Einen m³ Kies oder klein zerschlagenen Schotter von den vorhandenen Vorrathshaufen auf der Straße unter sorgfältiger Beobachtung der Straßenconvexität einbetten, einschließlich des Kothabziehens, erfordert . . . . . 0·20 T.

g) Einen m³ Straßenschotter auf eine mittlere Entfernung von 25 m beiführen und auf der Fahrbahn verbreiten erfordert . . . . . 0·15 T.

h) Einen m³ Straßeneinschotterung, wenn das Schottermaterial von den Wagen unmittelbar auf die Fahrbahn abgeworfen werden kann, erfordert 0·06 T.

i) Ein m³ Uebersandung eines beschotterten Weges, wenn der Sand auf eine Entfernung von 25 m beigeführt werden muß, erfordert 0·18 T., wenn der Sand nur auszubreiten ist, 0·013—0·015 T. und 0·08 m³ Kiessand bei 5 cm hoher Ueberkiesung.

k) Einen m³ alte Straße abbrechen, einschließlich einer Ueberführung des gewonnenen Materials auf eine mittlere Entfernung von 25 m, erfordert 1·21 T.

l) Einen m³ Banquett von dem darauf wachsenden Grase reinigen erfordert . . . . . 0·01 „

m) Einen m³ Findlingsteine auf eine durchschnittliche Entfernung von 50—60 m zusammentragen und zunächst der Wegtrace in Haufen lagern erfordert . . . . . 0·70 T.

n) Einen Currentmeter Randsteine zurichten erfordert . . 0·11—0·25 „
sie versetzen . . . . . 0·03—0·04 „

o) Einen m³ Kies am Gitter durchwerfen, ohne Abräumung der Schottergrube, erfordert . . . . . 0·60—0·90 „

12. Aufwand für Pflasterarbeiten.

a) Ein m² aus 20—25 cm hohen Bruchsteinen, trocken in Sand gelegt, erfordert . . . . . 0·14 M. + 0·13 H.
Material: 0·14 m³ Sand und 0·3 m³ Bruchsteine.

b) Ein m² Pflaster aus auf den Sturz gestellten Steinen erfordert . . . . . 0·18 M. + 0·17 H.
0·14 m³ Sand und 0·35 m³ Bruchsteine.

c) Ein m² Pflaster aus runden Bachsteinen (Katzenköpfen), in Sand trocken eingelegt, erfordert . . . . . 0·09 M. + 0·10 H.
0·10 m³ Sand und 0·15 m² Bachsteine.

d) Ein m² Bruchsteinplattenpflaster in Weißkalkmörtel erfordert . . . . . 0·09 M. + 0·19 H.
0·03 m³ Kalk, 0·08 m³ Sand und 0·20 m² Bruchsteinplatten.

e) Ein m² Böschungsfläche mit 20—25 cm hohen Bruchsteinen abgepflastert erfordert . . . . . 0·16 M. + 0·15 H.
0·3 m³ Bruchsteine.

f) Einen m² alte Klaubsteinpflasterung umlegen, d. h. ausheben, die brauchbaren Steine abseits zusammenlegen und die Pflasterung wieder herstellen, erfordert . . . . . 0·09 M. + 0·17 H.
0·02 m³ große Klaubsteine und 0·05 m³ Sand.

g) Einen m² alte Klaubsteinpflasterung blos aufbrechen und das brauchbare Material abseits zusammenschichten erfordert . . . . . 0·08 H.

h) Einen m³ Steinpackung aus 0·15—0·30 cm starken Steinen herstellen, d. h. die Steine festlagern und die Zwischenräume mit Schotter ausfüttern, erfordert . . . . . 0·15 M. + 0·6 H.
1 m³ Bruchsteine und 0·2 m³ Schotter.

13. Stütz- und Futtermauern.

a) Ein m² trockene Bruchsteinmauer als Stütz- oder Futtermauer erfordert
unter günstigen Verhältnissen . . . . . 0·55 M. + 0·75 H.
„ mittleren „ . . . . . 0·65 „ + 0·85 „
„ ungünstigen „ . . . . . 0·75 „ + 0·95 „ mit theilweiser Anarbeitung der Steine.
1·2—1·3 m³ Bruchsteine.

b) Ein m³ Bruchsteinmauerwerk in Moos erfordert
unter günstigen Verhältnissen . . . . . 0·60 M. + 0·80 H.
„ mittleren „ . . . . . 0·70 „ + 0·90 „
„ ungünstigen „ . . . . . 0·80 „ + 1·00 „
1·2—1·3 m³ Bruchsteine, 0·2—0·3 m³ Moos.

c) Ein m³ Bruchsteinmauerwerk in Mörtel erfordert
unter günstigen Verhältnissen 0·65 M. + 0·14 Mt. + 0·95 H.
„ mittleren „ 0·75 „ + 0·14 „ + 1·00 „
„ ungünstigen „ 0·80 „ + 0·14 „ + 1·10 „
1·2 m³ Bruchsteine, 0·09 m³ ungelöschter Kalk und 0·22—0·25 m³ Sand.

d) Ein m³ Bruchsteinmauerwerk in Cement
erfordert . . . . . 1·2 M. + 0·075 Mt. + 0·90 H.
1·2 m³ Bruchsteine, 0·063 m³ Cement, 0·25 m³ Sand, 0·08 m³ Wasser.

e) Ein m² Ausschieferung einer alten Trockenmauer oder Steinpflasterung, wobei alle Oeffnungen und Fugen mit festen, gut einpassenden Steinen oder Steinschiefern in Moosbettung fest und haltbar auszumauern und auszukeilen sind, erfordert . . . . . 0·06 M. + 0·03 H.
0·02 m³ Steinschiefer und 0·02 m³ Moos.

f) Einen m³ Mörtel anmachen erfordert . . . . . 0·9 Mt.
Hiezu sind nothwendig: 0·36 m³ abgelöschter Kalk und 0·86 m³ Sand.

14. Wasserdurchlässe.

a) Ein Currentmeter Deckeldohle mit gemauertem Einlauftrichter und Auslaß, 0·25 bis 0·30 m² lichter Oeffnung, 15—20 cm starken Deckplatten, 8—10 cm starkem Rollpflaster und 60—70 cm starken Widerlagern erfordert ohne Anfwand für Materialbeschaffung

unter günstigen Verhältnissen . . . . . 1·5 M. + 1·3 H.
„ mittleren „ . . . . . 1·3 „ + 1·6 „
„ ungünstigen „ . . . . . 2·2 „ + 2·0 „
2·2 m³ Bruchsteine und 0·75 m³ Deckplatten.

b) Ein Currentmeter Durchlaß mit 0·30—0·40 m³ innerer Oeffnung und dementsprechend stärkerem Ausmaße der übrigen Bestandtheile erfordert
unter günstigen Verhältnissen . . . . . 1·70 M. + 1·30 H.
„ mittleren „ . . . . . 2·00 „ + 1·70 „
„ ungünstigen „ . . . . . 2·50 „ + 2·10 „
2·2—2·3 m³ Bruchstein und 0·9 m³ Deckplatten.

c) Ein Currentmeter Durchlaß bei einer lichten Oeffnung von 0·40—0·50 m³ erfordert
unter günstigen Verhältnissen . . . . . 1·80 M. + 1·30 H.
„ mittleren „ . . . . . 2·10 „ + 1·70 „
„ ungünstigen „ . . . . . 2·60 „ + 2·20 „

15. Geländerherstellungen.

a) Einen Currentmeter Geländerbaum aus weichem Holz 15/18 bis 18/21 cm behauen, an der oberen Fläche abrunden und hobeln, einschließlich des Verzapfens und Einlassens, erfordert . . . . . 0·18 Z.
1 m 12—25 cm starkes Rundholz, 0·01—0·05 fm³ rohes Holz.

b) Einen m³ Geländerkopfsäule 20/25 cm behauen, am unteren Ende anbrennen und versetzen erfordert . . . . . 0·25 Z. + 0·12 H.
1 m 30 cm starkes Rundholz = 0·07 fm³.

c) Einen Currentmeter Geländermittelsäule 15/18 cm behauen, verzapfen und versetzen erfordert . . . . . 0·25 Z. + 0·12 H.
1 m 24 cm starkes Rundholz = 0·05 fm³.

d) Einen Currentmeter Geländerbaum mit 15—20 cm starkem Rundholz herstellen erfordert . . . . . 0·05 Z.
1 m 15—20 cm starkes Rundholz = 0·02—0·03 fm³.

e) Einen Currentmeter Kopf- oder Mittelsäule aus 15—25 cm starkem Rundholz herstellen und versetzen erfordert . . . . . 0·10 Z. + 0·12 H.
1 m 15—25 cm starkes Rundholz = 0·02—0·05 fm³.

16. Brückenbau.

a) Die beim Brückenbau vorkommenden Gehölzarbeiten sind nach Tabelle XXII* zu berechnen, zu welchen Ansätzen jedoch für Gerüstungen ein Zuschlag von 10% und, wenn die Arbeiten am Wasserspiegel vorgenommen werden müssen, ein weiterer Zuschlag von 5% hinzuzurechnen ist.

b) Der Aufwand für Schrotwände, Pfostenverschalungen, Pilotirungen, Holzbürsten, Röste u. s. w. erscheint bei dem Arbeitserfordernisse beim Baue der Schwellwerke und Fanggebäude.

* „Wiener Baurathgeber," von Dr. B. Junk, p. 478.

§. 92. Allgemeine Grundgesetze für die Wegerhaltung.

1. Die Erhaltung der bestehenden Wege kann schon wesentlich durch eine zweckmäßige Anlage und eine gute Bauführung gefördert werden, namentlich sollen:

a) die Wege eine derartige Richtung erhalten, daß sie voraussichtlich den geringsten Angriffen ausgesetzt sind, und sind scharfe Gefällswechsel, wie überhaupt ein starkes Gefälle zu vermeiden, weil speciell durch letztere Verhältnisse der Erhaltungsaufwand bedeutend gesteigert werden kann;

b) zum Baue nur gute und bereits erprobte Baustoffe verwendet werden, und wäre demnach Sparsamkeit in dieser Richtung nichts weniger als am Platze;

c) muß die gewählte Bauart den örtlichen Witterungs- und Verkehrsverhältnissen entsprechen und die Bauausführung, bezüglich Leitung der gesammten Bauarbeiten in fachkundige Hände gelegt werden, so zwar, daß auf eine technisch richtige Ausführung der Gesammtanlage gerechnet werden kann; und

d) soll der Weg nur die unbedingt erforderliche Breite, dagegen aber eine möglichst feste und tragfähige Fahrbahn erhalten.

2. Die Wege sind sorgfältig von jenen Körpern zu reinigen, welche leicht ein Durchweichen der Fahrbahn oder das Verbleiben eines nachtheiligen Feuchtigkeitsgrades im Wegkörper fördern können, beispielsweise: Laub, Moos, Reisig, angeschwemmter Schlamm, von den Einschnittsböschungen abgestürzte Erdmassen u. dgl. Namentlich wird die Fahrbahn, wenn Wege durch oder neben einem Holzschlage vorbeiführen, in einem höheren Maße verunreinigt und beschädigt und ist daher nach erfolgter Schlagaufbereitung gründlich zu säubern.

3. Die Ableitung des Wassers muß fortgesetzt überwacht werden, und sind die hiefür bestimmten Vorkehrungen, wie: Seitengräben, Querrinnen, Durchlässe, stets offen zu erhalten. Während eines anhaltenden Regens sind Begehungen des Weges eine der zweckmäßigsten Maßnahmen der Wegerhaltung; denn nur auf diese Weise ist es möglich, daß Stopfungen in den Abflußrinnen sogleich beseitigt und dadurch größere Schäden vermieden werden können. Grenzt an einen Weg Culturland, dann ist darauf zu achten, daß die Seitengräben nicht durch die landwirthschaftlichen Bodenlockerungen verschüttet werden.

4. Die entstandenen Geleise sind zu beseitigen, damit nicht etwa das Wasser darin seinen Abfluß nehmen und zur Vergrößerung derselben beitragen könne; desgleichen ist auch das Befahren eines Weges mit tief ausgefahrenen Geleisen von nachtheiligem Einflusse auf das Betriebsergebniß, beziehungsweise auf den Lastentransport. Die Nachbesserung kann in zweifacher Weise geschehen; entweder werden die Geleise etwas abgeebnet und mit Schlägelschotter ausgefüllt, d. h. der Wegkörper wird theilweise ausgebessert, oder es wird die ganze Fahrbahn gleichmäßig mit einer Schotterlage überzogen.

Das eine wie das andere wird am entsprechendsten zu einer Zeit vorgenommen, wo die Fahrbahn feucht ist, weil dann eine bessere Bindung und Festigung der Schottermassen zu erwarten ist. Das erstere Verfahren nennt man das System des Flickens, das letztere das System der Eindeckung. Welches Verfahren zu wählen ist, wird wohl in den meisten Fällen durch die für den Zweck der Wegerhaltung verfügbaren Mittel entschieden.

Erdbahnen erheischen selbstverständlich eine sorgfältigere Erhaltung, und empfiehlt sich auch bei ihnen die Anwendung von Schotter zur Füllung der Fahrgeleise. Grasnarben sind auf Erdbahnen von Vortheil; ein Verwachsen der Fahrbahn dagegen mit Holzgewächsen ist zu verhindern.

Steinbahnen werden entweder durch den zersetzenden Einfluß der atmosphärischen Zustände oder durch die mechanische Einwirkung der schweren Verkehrsmittel abgenützt und zerstört, beziehungsweise es wird die obere Decklage verrieben. Der Staub, namentlich größere Kothmassen sollen vom Wegkörper abgezogen und beseitigt werden; denn nur auf diese Weise behält der Weg eine ebene und feste Fahrbahnoberfläche.

5. Nothwendige Reparaturarbeiten am Körper eines Weges sollen nicht hinausgeschoben werden, weil dadurch der Schaden an Umfang und Größe zunehmen muß und dessen Beseitigung sodann einen wesentlichen Mehraufwand in Anspruch nehmen wird. Nachdem die Wölbung der Fahrbahn am frühesten abgenützt wird, so ist auch deren Erneuerung am ehesten geboten und muß thatsächlich erfolgen, wenn die Abnützung einen so hohen Grad erreicht hat, daß sich der Einfluß der Tagwässer bereits fühlbar zu machen beginnt.

Bei dem Umbau abgenützter Straßenbahnen soll:

a) möglichst hartes, festes, bindungsfähiges Gestein benützt werden;
b) da sich eine Mischung nicht empfiehlt, in dem Falle, als Gestein von verschiedener Härte zur Verfügung steht, zweckmäßiger auf eine Lage von weichem Stein eine solche von härterem gelegt werden;
c) die Ausbesserung stets auf die ganze Wegbreite ausgedehnt werden und für derlei Arbeiten das Frühjahr als die zweckmäßige Zeit in Betracht kommen.

6. Außer der Fahrbahn muß auch der restliche Theil des Wegkörpers in einem unausgesetzt guten baulichen Zustande erhalten werden. Die Gräben sind zeitweilig neu auszuheben, die Banquettes zu reinigen und für die möglichste Festigung der Einschnitts- und Auftragsböschungen die geeigneten Maßnahmen vorzukehren; namentlich ist für deren natürliche Festigung zu sorgen.

7. Alle Steinbauten und besonders Brückenobjecte erheischen einen erhöhten Grad von Aufmerksamkeit vor dem eigentlichen Wegkörper. Ausweichende Mauerbestandtheile bei Stütz- und Böschungsanlagen sind sofort auszuwechseln oder durch entsprechende Vorbauten zu schützen. Das Durchflußprofil bei Brücken muß offen gehalten werden, und sind Schotterablagerungen zu beseitigen, seitliche Uferwegrisse in der Nähe der Brückenköpfe zu verbauen, allfällige Bloßlegungen am Fundamentbau durch Steinwürfe oder sonstige Schutzmaßnahmen zu beseitigen. Bei Holzbauten sind schadhafte Balken entweder sogleich auszuwechseln, oder es ist die Brückenfahrbahn durch vorläufig eingezogene Nothbalken zu stützen, damit nicht eine Gefährdung des Verkehres eintrete.

§. 93. Erhaltungsaufwand.

Waldwege, die einem starken Verkehre ausgesetzt sind, erfordern per Jahr und laufenden Meter an Straßenschotter

von guter Qualität	0·10—0·12 m³
von minderer Qualität	0·18—0·20 „

Dagegen genügt für Wege mit einem schwachen Verkehre Straßenschotter

von guter Beschaffenheit	0·04—0·06 m³
von minderer Beschaffenheit	0·08—0·10 „

Die Widerstandsfähigkeit des Schottermateriales gegen das Zerdrücken stellt sich bei den unterschiedlichen Gesteinsarten, wenn jene des Basaltes* gleich 1 gesetzt wird, folgendermaßen:

* Belastung von 140—145 kg per cm².

Granit, Syenit u. dgl.	0·8 —0·9
Grauwacke, Liaskalk	0·7 —0·8
Sandstein härtester Art	0·5 —0·6
Keupersandstein, Muschelkalk	0·2 —0·3
Sandstein geringster Sorte	0·05—0·1

§. 94. Die Vortheile der Waldwege I. und II. Ordnung.

Nachdem die Waldwege wohl in erster Linie berufen sind, die natürlichen Wasserstraßen zu ersetzen, so sollen zunächst die Vorzüge der ersteren gegenüber den letzteren mit Rücksicht auf die Ablieferung der Hölzer besprochen werden.

1. Quantitäts- und Qualitätsverlust.

Bei dem Transporte der Hölzer auf Waldwegen erleiden diese, wenn sonst mit entsprechender Umsicht vorgegangen wird, in keiner Weise einen Schaden, und kann daher von einem Quantitäts- oder Qualitätsverlust — Liefercalo — keine Rede sein. Selbst bei dem Transporte der Langhölzer auf dem sogenannten Halbschlitten, wo das hintere Ende des Nutzholzstückes am Boden aufruht und nachschleift, geschieht dem Holze kein Nachtheil, wenn diese Transportweise bei guter, d. h. glatter Schlittbahn bewerkstelligt wird. Dagegen ist die Schlittbahn auf den Schlagwegen — auf denen der Holztransport mit Zugthieren erfolgt — in Folge des gewöhnlich größeren Gefälles stärker abgenützt, und kann auf diese Art bei einem sehr steinigen Untergrunde oder einer rauhen Wegkrone das auf dem Boden aufliegende Nutzholzende mitunter in empfindlichem Grade abgestoßen werden, aus welchem Grunde namentlich Stammabschnitten unter solchen Transportverhältnissen eine kleine Ueberlänge gegeben werden muß. Immerhin ist der allfällige Verlust im Gebrauchswerthe der Hölzer ein verschwindend kleiner gegenüber jenem auf allen übrigen Bringungsanstalten.

2. Gestatten die Waldwege die intensivste Ausnützung der Forste.

Es bedarf keiner Beweisführung, daß dort, wo über die Forste ein wohldurchdachtes Wegnetz gespannt worden ist, die Bestände nicht nur in der intensivsten Weise, sondern auch strenge im Rahmen der örtlich gebotenen Maßnahmen bewirthschaftet werden können. Wie oft und häufig müssen beispielsweise in den Hochgebirgsforsten Wirthschaftsmaßregeln aus Mangel an geeigneten Wegen unterbleiben, die im Interesse einer pfleglichen Behandlung der Waldbestände dringend geboten wären. Wie schwer ist im Hochgebirge nur die Führung einer regelrechten Plänterwirthschaft, die unter gewissen Verhältnissen doch die einzig zulässige Behandlungsart mancher Waldparcellen ist, weil für die zerstreut zur Nutzung kommenden Stämme kein geeignetes Bringungsmittel, wie z. B. Ries- oder Schlagweg, vorhanden ist.

Welche Bringungsschwierigkeiten, und zwar in technischer wie financieller Hinsicht, hat der Wirthschafter im Hochgebirge bei der Führung von Vorverjüngungsschlägen zu bewältigen, wenn ihm kein zweckmäßig angelegtes Wegnetz zur Verfügung steht; gerade im Hochgebirge spielen bekanntermeise die beiden Betriebsformen Femel- und Femelschlagbetrieb eine so hochwichtige Rolle. Schon der Umstand, daß die Wirthschaft von manch' leidiger Fessel befreit wird und sich zum Wohle der Forste frei bewegen kann,

spricht für die weiteste Verwendung der Waldwege. Dazu tritt noch die weitere Möglichkeit, daß mittelst zweckmäßig angelegter Wege die gewonnenen Producte durch eine Verfeinerung am Erzeugungsorte, durch eine weitgehende Ausscheidung des Nutzholzes in ihrem Werthe erhöht werden, womit wesentlich zur Steigerung der Waldrente beigetragen wird.

3. Die Benützungsdauer.

Waldwege, welche technisch richtig und mit dem entsprechenden Grade von Dauerhaftigkeit, also ohne unwirthschaftliches Kargen mit den Geldmitteln bei ihrer Anlage und Erhaltung erbaut worden sind, haben einen bleibenden Werth und können unter Umständen zum Segen für die von ihnen durchzogenen Forste werden.

4. Die mäßigen Erhaltungskosten der Wege.

Sind Waldwege zweckmäßig angelegt, d. h. ist für einen gehörigen Wasserabfluß, für leichte und schnelle Austrocknung des Wegkörpers, speciell der Fahrbahn in hinreichender Weise vorgesorgt, und sind die Gefällsverhältnisse nicht von der Art, daß der Wegkörper unter dem schweren Fuhrwerke sehr zu leiden hat, wird schließlich jeder Schaden bald ausgebessert, so stellen sich die Kosten der Erhaltung günstiger als bei den Triftbächen, an denen namhafte Uferschutz- und sonstige Betriebsobjecte erhalten werden müssen.

5. Einfachheit der Holzlieferungsmanipulation.

Es liegt auf der Hand, daß sich in jenen Oertlichkeiten, wo die erzeugten Hölzer direct aus dem Schlage verführt werden können, die gesammte Manipulation der Holzlieferung einfacher gestalten wird, als dort, wo das Holz auf die mannigfachste Art und unter Benützung der verschiedensten Bringungsmittel durch Menschenkraft an die Triftbäche und auf diesen erst nach den oft entfernt gelegenen Lendplätzen abgeliefert werden muß. Schon bei der Trift allein müssen zahlreiche Factoren wohl erwogen und in Rechnung gezogen werden, wenn sonst das Liefergeschäft mit einem günstigen Leistungsaufwande abschließen soll.

6. Das Abführen der Hölzer mittelst der Zugthiere auf Waldwegen unterliegt nicht jenen Gefahren, die der Holzlieferung auf Triftstraßen erwachsen können, wo beispielsweise der plötzliche Eintritt eines Hochwassers einen unberechenbaren Schaden hervorrufen kann.

7. Vereinfachung der Wirthschaftsgebarung.

Waldwege in Verbindung mit gut angelegten Schlagwegen ermöglichen, wenn sie sonst — und das muß wohl vorausgesetzt werden — den localen Absatzgebieten gehörig Rechnung tragen, den Verkauf der aufbereiteten Hölzer im Schlage selbst und entheben hiedurch den Wirthschafter von dem unter allen Umständen mißlichen Geschäfte der Holzlieferung. Speciell im Hochgebirge sind Fälle nicht selten, daß ein Unternehmer einen eingegangenen Accord nicht einzuhalten vermag und der oft nach Kreuzern entfallende Stockins oder Stockertrag sodann einem neuerlichen Accordabschlusse zum Opfer fallen muß. An eine Schadloshaltung durch den Unternehmer, der in den meisten Fällen ein mittelloser Holzarbeiter ist, wird wohl niemals ernstlich gedacht werden können. Eine Entlastung der Wirthschaft bleibt stets ein Gewinn; wenn er auch nicht immer in Ziffern angesprochen werden kann, so wird er dennoch da und dort im Walde wahrnehmbar sein.

8. Verminderter Betriebsaufwand.

Die Möglichkeit, den Verkauf der Hölzer bis in die nächste Nähe der Schläge oder in diese selbst hinein verlegen zu können, gestattet eine namhafte Verminderung des Betriebsaufwandes, da ein großer Antheil der Werbungskosten von dem Käufer getragen, beziehungsweise übernommen wird.

9. Gestatten Waldwege die Erzielung günstigerer Verkaufsergebnisse.

Gelingt es, durch ein zweckmäßig angelegtes Wegnetz den Verkauf bis in die Aufbereitungsorte zurück zu verlegen, und ist im Absatzgebiete der Forste eine zahlreiche Bespannung vorhanden, für welche in den Wintermonaten keine besondere Beschäftigung aufgebracht werden kann, dann dürfte ein öffentlicher licitatorischer Verkauf der Hölzer gewiß zu einem befriedigenden Ergebnisse führen, weil sich die Besitzer der arbeitslosen Zugthiere mit einem verhältnißmäßig geringen Fuhrlohne begnügen werden.

10. Die Möglichkeit einer unbehinderten Auslieferung der Hölzer.

Es ist eine allgemein bekannte Thatsache, daß selbst bei dem besten Triftbetriebe das eine oder andere Jahr Hölzer da und dort im Walde oder auf der Triftstrecke zurückbleiben. Wir erinnern nur an die zahlreichen Senklinghölzer, die längs einer Triftstraße ausgezogen und neuerlich gezaint werden müssen, um sie bei der nächsten Abtriftung der Weiterlieferung wieder zu unterziehen. Durch dieses Zurückbleiben werden in den meisten Fällen die Hölzer in ihrem Gebrauchswerthe sinken. Dieser Uebelstand kann bei Waldwegen, deren Benützung eben zu jeder Jahreszeit möglich ist, niemals eintreten und ist daher auch keinerlei Störung in der gesammten Wirthschaftsgebarung zu befürchten.

§. 95. Die Nachtheile der Waldwege.

1. Die hohen Kosten der Anlage eines Wegnetzes.

Betrachten wir die Oertlichkeiten, wo mit Wenigem die vorhandenen Wasserstraßen für den Betrieb eines Holztransportes eingerichtet werden können, so sind wohl die Kosten für den Ausbau eines Wegnetzes, namentlich wenn ungünstige und schwierige Terrainverhältnisse hinzutreten, nicht ohne Bedeutung; es wird dann in den meisten Fällen der Wassertransport dem Landtransporte, wenn auch am Ende nur vorübergehend, vorgezogen werden.

2. Die verhältnißmäßig hohen Lieferkosten.

Die namhafte Differenz zwischen dem Arbeitsaufwande bei der Holzlieferung auf Waldwegen und jenem auf Wasserstraßen ist wohl nur eine scheinbare und dürfte sofort auf ihr richtiges Maß herabsinken, wenn alle Momente sowohl bei der einen wie bei der anderen Bringungsmethode, mögen sich dieselben zu Gunsten oder zu Ungunsten stellen, mit in Rechnung gezogen werden. Hier ist eine endgiltige Entscheidung nur von Fall zu Fall, und zwar mit dem Rechenstifte in der Hand zu treffen; denn die erhaltenen Zahlen werden schon jenen Weg andeuten, der unter bestimmten und gegebenen Verhältnissen eingeschlagen werden muß, um dem Forste zu nützen und seine Erträge zu erhöhen.

3. Die Abhängigkeit von einem Theile der Bevölkerung.

Es ist richtig, daß der Wirthschafter mit der Holzlieferung auf seinen Waldwegen auf die Besitzer von Zugthieren angewiesen ist, und daß er dort, wo ein Mangel an Fuhrwerksbesitzern besteht, verhältnißmäßig hohe Lieferlöhne wird zahlen müssen. Dieser Zustand wird aber gewiß nur ein vorübergehender sein; denn nur zu bald wird sich auch hier, wie bei jedem anderen Geschäfte, die Concurrenz entwickeln.

§. 96. Der Betrieb der Holzlieferung auf Waldwegen mittelst Anwendung von Zugthieren.

Um unter allen Verhältnissen bei dem Holztransporte mittelst Zugthiere auf Waldwegen die erreichbar günstigsten Erfolge zu erzielen, ist es nothwendig, jene Momente kennen zu lernen, welche den Betrieb in der einen oder anderen Richtung in günstiger oder ungünstiger Weise beeinflussen, um dementsprechend für die einzelnen Fälle das Zweckdienlichste vorkehren zu können.

Diese Momente sind:

1. Die Beschaffenheit des Weggefälles.

Es liegt auf der Hand, daß das Gefälle eines Weges bei dem Betriebe der Holzausbringung oder Lastenbeförderung die wichtigste Rolle spielt, denn davon hängt es ja zunächst und in erster Linie ab, welche Ladung per Fahrt befördert werden kann; letzteres ist aber wieder maßgebend für den erzielbaren Totalerfolg. Wir haben daher zunächst den Einfluß der Gefällsgröße, sodann jenen der Gefällsvertheilung in Erwägung zu ziehen.

a) Gefällsgröße.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß, je rauher und steiniger die Oberfläche einer Fahrbahn ist, desto schwieriger Lasten bergan zu ziehen sind, aber auch bergab um so leichter aufzuhalten, während bei einer glatten Oberfläche das umgekehrte Verhältniß eintritt.

Je steiler eine Waldstraße angelegt worden ist, um so mehr wird das Zugvieh angestrengt, weil es bergab durch das fortgesetzte Anhalten und bergauf durch das übermäßige Ziehen leidet. Auf solchen steilen Wegen werden die Fahrmittel und Geschirre der Zugthiere früher abgenützt; desgleichen wird die Fahrbahn durch das stärkere Einhauen der Zugthiere mit den Hufen und durch das nothwendige Sperren der Räder in erhöhtem Maße beschädigt, weil sie mehr aufgerissen wird, und weil, wo eine Schotterlage vorhanden ist, diese schneller zermalmt und verschleift wird, als auf Wegen mit mäßigem Gefälle.

Je größer das Gefälle ist, um so mehr wird das auf einer steilen Fahrbahn ablaufende Wasser den Weg beschädigen und die Anlage zahlreicher Ableitungsvorrichtungen erheischen. Steil angelegte Waldwege sind immer gefährlich für den Betrieb.

Sie erfordern bei dem Lastentransporte kräftiges Zugvieh, bessere und solidere Betriebsmittel, Wagen und Geschirre; es wächst somit der Capitalsaufwand bei dem Betriebe mit der zunehmenden Steilheit der Waldwege. Auf einem glatten und trockenen Waldwege läuft erfahrungsgemäß bergab ein leichter Wagen bei 2% Gefälle von selbst, oder es genügt ein schwaches Anhalten. Auf einem frisch geschotterten, also rauhen, kothigen

oder auch nassen Waldwege erfordert das selbstthätige Bergablaufen für leichte Wagen ein Gefälle von 3—4%, für schweres Fuhrwerk ein solches von 4—5%. Auf harten und glatten Gebirgswegen muß bekanntermeise der Radschuh schon bei einem Gefälle von 5—8% angewendet werden, während bei einem Gefälle von 12% und bei schwerem Fuhrwerk schon zwei Radschuhe, beziehungsweise das Sperren der beiden Hinterräder nöthig wird.

Wir sehen somit, daß durch ein unrichtiges Gefälle nicht allein der directe Arbeitsaufwand bei dem Abliefern der Hölzer, sondern auch die Kosten der Wegerhaltung unverhältnißmäßig erhöht werden können, welch' letztere jedoch auch zum Gesammtaufwande hinzugerechnet werden müssen. Vom Standpunkte eines möglichst günstigen Leistungsaufwandes soll das Gefälle, wie bereits hervorgehoben wurde, bei den mehr untergeordneten Waldwegen (Winterwege) nicht 15%, bei den wichtigeren Wegen nicht 10% übersteigen. Da aber das Streben nach dem geringsten Gefälle zur weitesten Weglinie führt, wodurch wieder der Leistungserfolg vermindert wird, so gilt mit Rücksicht auf ein möglichst günstiges Ergebniß im Allgemeinen der Grundsatz, mit dem Gefälle nicht über, aber auch nicht zu weit unter das zulässig höchste Gefälle herabzugehen.

b) Gefällsvertheilung.

Es genügt nicht, wenn das Durchschnittsgefälle eines Waldweges den Anforderungen im Großen und Ganzen zusagt; es müssen auch die Grenzen, innerhalb welcher sich die Gefällsverhältnisse bewegen, allen Erfordernissen entsprechen. Bei jenen Waldwegen, wo die Lasten nur nach einer bestimmten Richtung geführt werden sollen, gilt betreffs der Gefällsvertheilung als erster Grundsatz: Rückgefälle oder Gegensteigungen sind zu vermeiden.

Zwischen welchen Grenzen die Gefälle schwanken können, hängt natürlich von den gegebenen Oertlichkeiten, von der Art der bedingten Wegführung und von dem relativen Höhenunterschiede ab, den ein Weg zu überwinden hat. Ein gleichmäßiges Gefälle ist nicht erforderlich und auch nicht zweckmäßig; dagegen soll in starken Krümmungen, dann an allen engen und gefährlichen Stellen dem Wege ein möglichst geringes Gefälle gegeben werden, weil sonst leicht durch einen Unglücksfall der Betrieb gestört und damit auch der Leistungsaufwand in ungünstiger Weise beeinflußt würde.

2. Die Situation oder der Verlauf der Weglinie.

Auf den Waldwegen sollen und müssen alle möglichen Holzsortimente, namentlich ohne Beschränkung der Längendimensionen lieferbar sein, selbst dann, wenn zur Zeit des Ausbaues oder der Anlage eines neuen Weges beispielsweise für Langhölzer kein Absatz vorhanden ist, der sich späterhin mit Rücksicht auf die stete Dauer der Anlage doch einmal eröffnen und als lucrativ erweisen könnte. Eine gute Führung des Weges beruht wesentlich in einer richtigen Anlage der allenfalls nothwendigen Kehren und sonstigen Curven.

3. Die Beschaffenheit der Wege.

Auf den Arbeitsaufwand hat die Beschaffenheit des Weges insoweit einen Einfluß, als es von dem jeweiligen Zustande der Wegkrone, beziehungsweise von der Größe der Reibung abhängt, mit welcher Geschwindigkeit und mit welcher Maximalladung die Straße oder der Weg von den Fuhrwerken befahren werden kann. So wird sich die

erzielbare Leistung auf einer Straße höher stellen, wenn die Straßenoberfläche gut abgefahren, trocken und glatt ist, als wenn dieselbe tief ausgefahrene Geleise enthält, naß oder mit einer frischen Schotterschichte überdeckt sein sollte. Es ist daher eine der ersten Bedingungen, der Wegerhaltung die größte Aufmerksamkeit zuzuwenden. So sind beispielsweise ausgefahrene Geleise sofort auszufüllen, versandete oder verschlämmte Wasseranschläge, Durchlässe und Gräben zu öffnen, kurz es ist für einen ununterbrochenen Wasserablauf zu sorgen.

Eine übertriebene Sparsamkeit bei der Wegerhaltung ist nicht allein Ursache eines erhöhten Arbeitsaufwandes, sondern es leidet auch der Weg in seinem Grundbau, so zwar, daß kleine Unterlassungen späterhin zu umfangreichen und kostspieligen Reparaturen führen. Von größerer Bedeutung bleibt die Beschaffenheit der Fahrbahn für den Holztransport mit Achsfuhrwerk, als für jenen mittelst Schlitten. Im ersteren Falle ist es die rollende, im letzteren die gleitende Reibung, die auf den erforderlichen Kostenaufwand bei der Fortschaffung der Lasten einen Einfluß nimmt.

a) Schlittentransport.

Wäre Q die zu bewegende Last (Gewicht des Schlittens sammt Belastung), P die erforderliche Zugkraft, f der Coefficient der gleitenden Reibung, α der Neigungswinkel der Fahrbahn, β der Winkel der Zugrichtung, s die Sohlenfläche des Schlittens, f′ die Adhäsionskraft der Flächeneinheit, so ist, nachdem die relative Schwere zu Gunsten der Zugkraft wirkt, die erforderliche Zugkraft $P = \frac{Q\,(f \cdot \cos\alpha - \sin\alpha) + s \cdot f'}{\cos\beta + f \cdot \sin\alpha}$; wirkt die Zugkraft parallel zur Fahrbahn, dann ist $\cos\beta = 1$, $\sin\beta = 0$. Wird die ohnedies nur am Arbeitsbeginne wirksame Adhäsionskraft vernachlässigt, so ist: $P = Q\,(f \cdot \cos\alpha - \sin\alpha)$. Wird ferner $\cos\alpha$, welcher bei einem Winkel von 12° noch 0·98 beträgt, vernachlässigt und die tägliche Arbeitszeit mit t und die mittlere Fahrgeschwindigkeit mit v in die obige Formel eingesetzt, so ist die tägliche Arbeitsleistung für die Thalfahrt:

$$A = 3600 \cdot v \cdot t\,(f - \sin\alpha)\,Q$$

und für die Bergfahrt:

$$A = 3600 \cdot v \cdot t \cdot [f \cdot Q + (G + Q)\sin\alpha]$$

wobei G das Gewicht des Motors* bedeutet.

Bezeichnen wir weiters mit k die mittlere Zugkraft eines Zugthieres, und würde die Arbeitszeit nicht t, sondern $t + n = t'$, die mittlere Geschwindigkeit nicht v, sondern $v + m = v'$ erreichen, so berechnet sich mittelst der Maschek'schen Formel die zulässige Ladung für die Thalfahrt:

$$Q = \frac{k\left(3 - \frac{v'}{v} - \frac{t'}{t}\right) + \sin\alpha}{f - \sin\alpha}$$

---

* Das Gewicht kann angenommen werden:

für schwere Arbeitspferde	400—500	kg
„ leichte „	300	„
„ Zugochsen	280—300	„
„ Maulesel	230—250	„
„ Esel	168	„

und für die Bergfahrt:

$$Q = \frac{k\left(3 - \frac{v'}{v} - \frac{t'}{t}\right) - G \sin \alpha}{f + \sin \alpha}$$

wobei von Q das Gewicht des Schlittens abzurechnen ist.

Als mittlere Werthe können angenommen werden für

	k	v	t
	kg	m	Stunden
bei schweren Pferden	70	1·17	8
„ leichten „	57	1·10	8
„ Ochsen	60	0·80	8
„ Mauleseln	46	1·00	8
„ Eseln	36	0·80	8

b) Räderfuhrwerk.

Wäre Q das Gewicht des Transportmittels einschließlich des Gewichtes der Räder und der zu transportirenden Last, G das Gewicht des Motors, f der Reibungscoefficient der drehenden und walzenden Reibung, α der Neigungswinkel der Fahrbahn, v die mittlere Geschwindigkeit*, t die Arbeitsdauer in Stunden, so ist die erforderliche Zugkraft $P = f \cdot Q + (Q + G) \sin \alpha$ oder $P = f \cdot Q + (Q + G)$ tang α für Steigung und $P = f \cdot Q - (Q + G)$ tang α für eine Straße im Gefälle, und nach der Maschek'schen Kraftformel unter Beibehaltung der gleichen Werthe für k, v' und t' ist die zulässige Belastung für die Bergfahrt, von der jedoch das Gewicht des Wagens einschließlich der Räder in Abzug zu bringen ist, $Q = \frac{k\left(3 - \frac{v'}{v} - \frac{t'}{t}\right) - G \sin \alpha}{f + \sin \alpha}$.

Nach Morin ist die erforderliche Zugkraft:

α) für den zweiräderigen Karren und einen Radhalbmesser γ

$$P = \frac{f_1 \cdot f_2 + B \cdot Q}{\gamma}$$

β) für den vierräderigen mit den Radhalbmessern γ_1 und γ_2

$$P = \frac{(f_1 \cdot f_2 + B)\, 2 \cdot Q}{\gamma_1 + \gamma_2}$$

f ist der Coefficient mit der Achsenreibung, f_2 die Länge des Achsenschenkels und B der Bodenwiderstand. Morin berechnet für den Widerstand, den die Fuhrwerke auf den Straßen von verschiedener Beschaffenheit zu überwinden haben, d. h. also jene Coefficienten, mit denen die Last multiplicirt werden muß, um die erforderliche Zugkraft zu erhalten, unter Voraussetzung einer Reifenbreite von 10—12 cm, Achsenstärke von 6·5 cm und eines Coefficienten der Achsenreibung von 0·065 wie folgt:

---

* Bei einem langsamen Schritt ist v = 0·6 m, bei einem mittleren Schritt ist $v = \frac{1\cdot0 - 1\cdot2}{1\cdot1}$ m, beim Schnellschritt ist v = 2·0 m, beim kurzen Trab ist v = 3·0—4·0 m, beim gestreckten Trab ist v = 4·0—6·0 m, bei Rennpferden ist v = 12·0—16·0 m per Secunde.

	Frachtwagen und Karren mit einer mittleren Radhöhe von 1·25—1·41 m	1·57—2·01 m
α) Schotterstraßen *		
mit trockener, ebener und sehr gut erhaltener Fahrbahn	$^1/_{50}$—$^1/_{58}$	$^1/_{66}$—$^1/_{83}$
„ sehr harter, grobgeschotterter und nasser „	$^1/_{43}$—$^1/_{50}$	$^1/_{57}$—$^1/_{71}$
„ harter Fahrbahn, leichten Geleisen und weichem Koth	$^1/_{27}$—$^1/_{33}$	$^1/_{36}$—$^1/_{45}$
„ harter, kothiger Fahrbahn und stärkeren Geleisen	$^1/_{22}$—$^1/_{28}$	$^1/_{30}$—$^1/_{37}$
„ sehr aufgefahrener und mit dickem Koth überdeckter Fahrbahn	$^1/_{19}$—$^1/_{22}$	$^1/_{25}$—$^1/_{31}$
„ einer sehr schlechten Fahrbahn, dickem Koth, hartem und rauhem Grund und 8—10 cm tiefen Geleisen	$^1/_{13}$—$^1/_{15}$	$^1/_{17}$—$^1/_{21}$
β) Sandsteinpflaster		
sehr gutes	$^1/_{65}$—$^1/_{75}$	$^1/_{86}$—$^1/_{106}$
gewöhnliches, aber trockenes	$^1/_{60}$—$^1/_{70}$	$^1/_{80}$—$^1/_{100}$
„ „ nasses und kothiges	$^1/_{46}$—$^1/_{54}$	$^1/_{61}$—$^1/_{76}$
γ) Erdwege		
sehr gut und trocken	$^1/_{27}$—$^1/_{32}$	$^1/_{36}$—$^1/_{45}$
fest, mit 3— 4 cm dicker Kieslage	$^1/_{11}$—$^1/_{13}$	$^1/_{14}$—$^1/_{17}$
„ „ 5— 6 „ „ „	$^1/_{9}$—$^1/_{10}$	$^1/_{12}$—$^1/_{13}$
„ „ 10—15 „ „ „	$^1/_{8}$—$^1/_{10}$	$^1/_{11}$—$^1/_{14}$
δ) Wege mit einer nicht gebahnten Schneedecke	$^1/_{14}$—$^1/_{17}$	$^1/_{19}$—$^1/_{24}$
ε) Hölzerne Brückenbahn	$^1/_{43}$—$^1/_{50}$	$^1/_{60}$—$^1/_{71}$

* Wäre eine Last von 3000 kg auf einer Straße mit trockener, ebener und sehr gut erhaltener Fahrbahn mit einem Wagen, dessen mittlere Radhöhe 1·25 m beträgt, zu verführen, so ist die erforderliche Zugkraft auf ebener Straße $3000 \times {}^1/_{50} = 60$ kg, und wenn die Straße eine Neigung von $^1/_{30}$ hätte, dann ist $P = 3000 \times {}^1/_{50} + 3000 \times {}^1/_{30} = 210$ kg. Laißle empfiehlt dagegen nachstehende Widerstandscoefficienten:

a) Bei Erdbahnen:

Loser Sand	0·15
Schlechter Erdweg	0·10
Trockener, fester Erdweg	0·05

b) Steinbahnen:

Frisch eingeworfene Steinbahnen	0·157
Kothige Steinbahnen	0·04
Trockene, gute Chaussée	0·03

c) Pflasterstraßen:

Schlechtes Steinpflaster	0·04
Gutes, ebenes Steinpflaster	0·02
„ „ „ im günstigsten Falle	0·013
Gutes Holzpflaster	0·018
Asphaltstraße	0·0075
Festgefahrene Schneebahn	0·033

d) Zum Vergleich:

Rollbahnen	0·01 —0·0066
Eisenbahnen	0·004 —0·0035
Wasserstraßen	0·0004—0·00035

4. Die Beschaffenheit der Transportmittel.

Für den Holztransport kommen zunächst in Frage:

auf Schneebahnen

a) der Spannschlitten zum Transport der kurzen Brennhölzer,
b) der Langholzschlitten;

auf Sommerbahnen

c) der zweiräderige Frachtkarren,
d) der Leiterwagen,
e) der Langholzwagen.

Der Spannschlitten besteht aus 3—4 m langen Schlittenkufen mit zwei Paar 30—60 cm hohen Trägern, auf denen die mit 5—7 Querſprossen verbundenen Spangen ruhen. Zwischen den Hörnern ist eine starke Gabel für die Aufnahme der Deichsel befestigt. Die Spurweite ist gewöhnlich 1·2 m. Der Langholzschlitten besteht aus zwei kürzeren Gestellen, welche beim Verführen des Langholzes unter die Stämme geschoben werden.

Die Spurweite der Leiterwagen schwankt zwischen 1·40—1·60 m, und ist bei dem zweiräderigen Frachtkarren erfahrungsgemäß die beste Radhöhe 1·6—1·75 m, bei dem Leiter- oder Langholzwagen für die Vorderräder 0·95—1·0 m, für die Hinterräder 1·17—1·23 m. Der unbeladene Leiterwagen hat als Einspänner ein Gewicht von 400—500 kg, als Zweispänner von 560—670 kg und als zweispänniger Lastwagen von 1100—1400 kg, während der zweiräderige Langholzwagen 1000—1400 kg, der für Drei- und Viergespann 1400—2200 kg wiegt. Die gewöhnlichen Ladungen schwanken beim Brennholze zwischen 1·5—4 fm^3, beim Langholze mit Viergespann bis zu 100 q.

Von einem soliden und doch nicht zu schweren Bau der Fahrmittel und von der thunlichsten Ausnützung der zulässigen Belastung wird einerseits das Gewicht der „todten" Last vermindert, andererseits die Nutzladung erhöht, beziehungsweise der Leistungseffect gesteigert.

5. Die Länge des Weges.

Aus dem Gefälle des Weges und der jeweiligen Beschaffenheit der Fahrbahn resultirt zunächst die Fahrgeschwindigkeit, mit der die Zugthiere sich fortbewegen werden, während die Länge dafür maßgebend ist, wie oft ein Gespann die Lieferstrecke innerhalb eines Tages zurückzulegen vermag. Je kürzer die Wegstrecke ist, desto größere Massen werden nach ihrem Bestimmungsorte überführt werden können, vorausgesetzt, daß die Fahrzeit in genügender Weise zur Ausnützung kommen kann. So berechnet sich beispielsweise nach der Tabelle XXIV der gleiche Leistungsaufwand, gleichviel ob die Wegstrecke 10 oder 15 km lang ist, weil die Tagesdauer nur eine einmalige Fahrt gestattet und der Umstand, daß bei der 10 km langen Strecke das Tagwerk früher beendet werden kann, weder auf den Leistungsaufwand noch auf den Kostenpunkt Einfluß nimmt.

Um auf die Berechnung des erzielbaren Leistungserfolges übergehen zu können, müssen wir zunächst ermitteln, wie oft ein Gespann eine bestimmte Weglänge im Arbeitstage zurückzulegen vermag. Nach ausgeführten statischen Versuchen vermag sich ein Zugochs in einem einspännigen Gefährt je nach dem Weggefälle und der sonstigen Wegbeschaffenheit im Winter bei mittelguter Schlittenbahn im Mittel der Hin- und Rückfahrt mit einer Geschwindigkeit von 0·5—0·7 m per Secunde fortzubewegen. Ein Pferd

kann unter den gleichen Bedingungen in der Secunde eine Wegstrecke von 0·9—1·1 m zurücklegen, während im Sommer ein zweispänniger Frachtwagen auf Waldwegen mit der Durchschnittsgeschwindigkeit von 1·0 m per Secunde sich fortbewegen wird.

Die Tabelle XXIII enthält die Anzahl der Tagesfahrten mit einem Zugochsen oder Pferde in einem einspännigen Gefährt unter der Voraussetzung, daß die Auf- und Abladezeit einen Aufwand von 16 Minuten pro Fahrt erfordert, während der folgenden Tabelle XXIV eine Auf- und Abladezeit von nur 8 Minuten für jede Fahrt zu Grunde gelegt wurde. Die erstere Tabelle ist die Grundlage für die Berechnung des Leistungsaufwandes bei Ueberführung von Brennholz, die letztere für diejenige bei Ueberführung von Schnitthölzern. Als Dauer der Tagschicht sind 12 Stunden mit einer effectiven Leistung von 10 Arbeitsstunden angenommen; desgleichen wurde vorausgesetzt, daß die Lasten nur bergab zu führen sind, und daß das Abladen des Brenn- und Nutzholzes durch ein einfaches Abwerfen geschieht. Wenn die thatsächliche Leistung, wie dies beispielsweise in den kurzen Tagen des Vorwinters der Fall sein dürfte, nur 8 Arbeitsstunden umfaßt, dann ist der Arbeitserfolg in den Tabellen XXIII und XXIV um 20% abzumindern.

Wollte man die Anzahl der Tagesfahrten und bei bekannter Ladung den Leistungsaufwand berechnen, der einer anderen Arbeitsdauer oder einem anderen Ausmaße der Auf- und Abladezeit entsprechen würde, dann braucht man sich nur der einfachen Formel zu bedienen:

$$F = \frac{3600 \,.\, t \,.\, v}{2 \,.\, l + 60 \,.\, z \,.\, v}$$

wobei F die Anzahl der Fahrten per Tag, t die Anzahl der thatsächlich zur Ausnützung kommenden Stunden per Tag, v die Geschwindigkeit der Zugthiere in Metern per Secunde, l die einfache Länge der Lieferstrecke in Metern und z die Dauer der Auf- und Abladezeit per Fahrt in Minuten ausdrückt. *

Die Tabelle XXV enthält die Anzahl der Fahrten, die mit einer zweispännigen Pferdefuhr auf guter Waldstraße im Sommer während 10 Arbeitsstunden unter der Annahme geleistet werden können, daß das Auf- und Abladen der Last in einem Zeitraume von 10 Minuten per Fahrt bewerkstelligt wird.

6. Die Art der Bespannung.

Die mechanische Arbeit des Holztransportes mittelst Anwendung von Zugthieren wird bekanntermeise dadurch geleistet, daß letztere einen ihrer allgemeinen Beschaffenheit entsprechenden Kraftaufwand äußern, mit dem sie in einer gewissen Geschwindigkeit und Zeit innerhalb einer bestimmten Wegstrecke eine Summe von unterschiedlichen Widerständen überwinden. Dieser Kraftaufwand ist verschieden und kann innerhalb bedeutender Grenzen schwanken, je nach der Art, dem Körperbaue, der Muskelstärke und dem Alter des Zugthieres und auch nach der Art der Arbeitsgewöhnung, der Bespannung, der

* Beispiel. Die Lieferstrecke wäre 400 m, die Fahrgeschwindigkeit 1·0, die Arbeitsdauer 10 Stunden, er Zeitaufwand für das Auf- und Abladen 16 Minuten, so ist

$$F = \frac{3600 \times 10 \times 1}{2400 + 60 \times 16 \times 1} = 20 \text{ Fahrten.}$$

Oder, wenn t = 8 Stunden und z = 30 Minuten ist, dann sind per Arbeitstag nur

$$F = \frac{3600 \times 8 \times 1}{2400 + 60 \times 30 \times 1} = 11 \text{ Fahrten möglich.}$$

Fütterung, der Dauer der Arbeit, der Leitung des Gespannes u. s. w. Schlechtes Geschirre, ungeeignete Bespannung, Fahrzeuge, welche nicht die volle Kraftentwicklung der Zugthiere gestatten, können den Leistungserfolg in erheblicher Weise vermindern. Von Wesenheit ist auch der an sich geringfügige Umstand, ob die Zugthiere namentlich im Winter bei glatter und beeister Bahn auch in zweckmäßiger Weise beschlagen sind.

7. Die Art, der Trockengrad und das Sortiment der abzuführenden Hölzer.

Nicht allein die Beschaffenheit der Wege im Allgemeinen und jene der Zugthiere und Gespanne im Besonderen ist maßgebend dafür, welches Holzquantum per Fahrt geladen werden kann, sondern der erzielbare Leistungsaufwand hängt auch noch ab von dem zu verführenden Sortiment und von dem Grade seiner Trockenheit oder von seinem Gewichte. Speciell die Art und Größe des abzuführenden Sortimentes kann den zulässigen Arbeitsaufwand in nachtheiliger Art, möglicherweise dadurch beeinträchtigen, daß wegen schwieriger Gewichtsausgleichung nicht bei jeder Fahrt die normale oder zulässig höchste Ladung eingenommen werden kann.

Desgleichen werden harte oder nasse und frischgeschlagene Hölzer mit Rücksicht auf ihr hohes specifisches Gewicht einen höheren Arbeitsaufwand erfordern, als weiche und gut ausgetrocknete. Ein gutes Austrocknen des Holzes, nach Zulässigkeit ein theilweises Bearbeiten, Ablängen auf die bestimmten Längen — sehr lange Hölzer erheischen einen bedeutenden Ueberführungsanfwand — d. h. Beseitigung der todten Last, werden zu dem erwünschten Erfolge führen.

8. Die Jahreszeit und die jeweiligen Witterungsverhältnisse.

Im Winter bei vorzüglicher Schlittenbahn oder im Sommer auf trockenen Waldwegen wird das Gespann mit Rücksicht auf die verminderte Reibung mit größeren Lasten beladen werden dürfen, als zur Zeit einer mangelhaften Schlittenbahn oder bei anhaltend schlechtem Wetter, beispielsweise im Frühjahr oder Herbst, wo selbst gut angelegte Wege zeitweilig in hohem Grade ausgefahren werden können.

9. Die Unterbringung der Zugthiere im Walde.

Handelt es sich darum, Hölzer in einer Waldpartie zu überführen, wo die Zugthiere nicht in nächster Nähe des Arbeitsortes unterzubringen sind und, um zu ihren Stallungen zu gelangen, weite Strecken zurückzulegen hätten, so empfiehlt es sich, auf geeigneten Plätzen provisorische Unterkunftsstallungen für die Zugthiere und Hütten für die Begleitmannschaft zu errichten, weil das Zeiterforderniß für den weiten Ab- und Zugang von und zum Arbeitsorte den gesammten Leistungserfolg belasten würde. Es kann somit unter solchen speciellen Verhältnissen der erzielbare Leistungsaufwand durch eine geeignete und zweckmäßige Unterbringung der Zugthiere, und zwar unmittelbar im Walde selbst, wesentlich gefördert werden.

10. Das Quantum des zur Verführung bestimmten Holzes.

Je größere Massen zur Verführung gelangen sollen, um so günstigere Erfolge werden sich erzielen lassen, weil einerseits dadurch eine lebhaftere Concurrenz wachgerufen wird, während andererseits die Aussicht eines lang anhaltenden Verdienstes zu günstigeren Preisabschlüssen mit den Fuhrwerksbesitzern führen wird.

11. Der Umstand, ob größere Holzmassen alljährlich, somit in einem gewissen Grade nachhaltig zur Ueberführung kommen sollen, oder ob dies nur in unbestimmten Zeitintervallen eintritt.

Gelangen in einem bestimmten Liefergebiete alljährlich größere Holzquantitäten zur Verführung, so kann sich die hierauf angewiesene Bevölkerung besser dafür einrichten, und wird auch gleichzeitig durch die damit angeregte Vermehrung der Zugthiere eine lebhaftere Concurrenz hervorgerufen, die jedenfalls nur im Interesse eines günstigen Erfolges liegen wird.

12. Die Vermögensverhältnisse jener Ortschaften, die durch ihre Lage in erster Linie zur Uebernahme der Holzüberfuhr berufen wären.

Eine Vermehrung der Gespanne kann selbstverständlich nur in jenen Ortschaften erwartet werden, wo größere Grundbesitzer vorhanden sind, die einerseits über die nothwendigen Mittel zur Anschaffung von Zugthieren verfügen, andererseits aber wieder für dieselben zu Zeiten, wo das Holzfuhrwerk nicht betrieben werden kann, die entsprechende Verwendung im eigenen Haushalte besitzen.

13. Die Theuerungsverhältnisse und die Concurrenz.

Der wichtigste Factor bleibt immer die Concurrenz, und wo sich eine solche entweder von selbst zu entwickeln vermag oder künstlich hervorgerufen wird, bleibt auch der Erfolg gesichert. Es wird daher Aufgabe der localen Wirthschaftsführer sein, mit allen Mitteln auf die Schaffung und Hebung der Concurrenz hinzuwirken und bei der Vergebung der Fuhrwerksleistung jenen Modus anzuwenden, der unter den örtlich gegebenen Verhältnissen die meiste Wahrscheinlichkeit für sich hat, eine rege Theilnahme der hierauf Zielenden wachzurufen.

§. 97. Arbeitserforderniß bei dem Holztransporte mittelst Zugthiere.

In den Tabellen XXVI—XXXII ist das Arbeitserforderniß bei gegebener Ladung und bekannter Geschwindigkeit der verwendeten Zugthiere berechnet, und es enthält Tabelle XXVI und XXVII den durchschnittlichen Arbeitsaufwand bei der Ueberführung von Brennholz mittelst Schlitten, und zwar Tabelle XXVI bei Anwendung von Pferden, Tabelle XXVII bei Benützung von Ochsen, während in der Tabelle XXVIII die Fahrgeschwindigkeit durch die Minimal- und Maximalgrenzen des Arbeitserfordernisses ausgedrückt erscheint. Die Tabelle XXIX enthält den durchschnittlichen Arbeitsaufwand bei Verführung von Schnitthölzern auf Schlitten mittelst der Zugthiere, und beziehen sich daher die letzteren vier Tabellen ausschließlich auf den Wintertransport, während die weiteren Tabellen XXX, XXXI und XXXII den durchschnittlichen Arbeitsaufwand enthalten, den das Ueberführen von Brenn- und Nutzholz im Sommer auf Waldwegen erheischt.

VI. Capitel: Die Waldbahnen.

§. 98. Die Waldbahnen im Allgemeinen.

Die Waldbahnen, soweit dieselben hier in Betracht kommen, sind ihrem Wesen nach künstlich, mehr oder minder einfach angelegte Fahrbahnen, sogenannte Läufe, auf denen die beladenen Wagen vorwiegend selbstthätig, also lediglich dem Gesetze der Schwere folgend, nach ihrem schließlichen Bestimmungsorte fortrollen. Bei den gewöhnlichen Waldbahnen erfolgt der Rücktransport der entladenen Wagen mittelst Anwendung menschlicher oder thierischer Kraft, während jene Anlagen, wo als Motor Dampfkraft in Verwendung tritt, sich den Secundärbahnen nähern, deren Besprechung jedoch außer den Rahmen des vorliegenden Werkes fällt.

Der Aufwand für den Bau des eigentlichen Bahnkörpers einer Waldbahn wird einerseits durch die gegebenen Bodenformungen, andererseits durch die Größe und Beschaffenheit der Last und des rollenden Materiales, beziehungsweise durch die Constructionsart der Wagen bedingt und unterliegt daher großen Schwankungen. Im Allgemeinen gilt der Grundsatz, den Bau einer Waldbahn derart zu führen, daß, unbeschadet der Betriebssicherheit, Brauchbarkeit und Dauer, vor Allem auf den zulässig kleinsten Aufwand an Capital, Zeit und Arbeitskraft gesehen wird.

Die gesammten Arbeiten einer Waldbahnanlage wollen wir zunächst gruppiren:

a) in die Tracirung oder Ausmittelung der Bahnrichtung,
b) in die Ausführung des Unterbaues,
c) in die Herstellung des Oberbaues und
d) in die Anfertigung des rollenden Materiales.

§. 99. Die Tracenausmittelung.

Die Arbeiten der Tracenausmittelung, sowie das eingehende Studium des Terrains sind von wesentlicher Bedeutung; denn von dem Grade der Genauigkeit jener Vorarbeiten hängt die Nützlichkeit und Zweckmäßigkeit der gesammten Anlage ab, desgleichen auch das Bauerforderniß und die Größe der künftigen Erhaltungs- und Betriebskosten. Bei der Tracenausmittelung müssen daher alle Bedingungen und Anforderungen, die sowohl vom technischen oder baulichen, als auch vom rein forstwirthschaftlichen Standpunkte an die Anlage gestellt werden können, in einer gebührenden Weise Berücksichtigung finden; speciell muß auch das Moment stets im Auge behalten werden, ob die Anlage eine vorübergehende oder dauernde sein soll.

Im Großen und Ganzen muß bei der Tracenausmittelung Folgendes beachtet werden:

1. Die geplante Waldbahn kann nur für eine vorübergehende Benützung bestimmt sein, oder es handelt sich um die Anlage einer ständigen Transportanstalt. Vorübergehende Waldbahnanlagen kommen im forstlichen Haushalte öfter vor, und dürfte deren Herstellung speciell dann in Frage treten, wenn es sich um die Auslieferung großer Massenvorräthe in möglichst kurzen Zeiträumen handelt. Temporäre Bahnen erheischen einen einfachen Unterbau, und können dementsprechend die Arbeiten der Tracenausmittelung mit einer minderen Sorgfalt zur Ausführung gelangen, d. h. es wird in einem solchen

Falle der Schwerpunkt auf möglichst primitive Holzbauten gelegt werden können, während bei einer ständigen Bahn die letzteren Bauten durch solidere Anlagen zu ersetzen sind.

Ständige Bahnen sind daher mit Rücksicht auf den künftigen Erhaltungsaufwand mehr im natürlichen Terrain zu führen, die Objecte aus soliderem Materiale herzustellen und jede reichlichere Verwendung von Holz im Unterbau thunlichst zu vermeiden, Nothwendigkeiten, die schon bei der Ausmittelung der Bahnachse in Betracht zu ziehen sind.

2. Die Bahntrace ist, insolange überhaupt eine Wahl gestattet ist, beziehungsweise die Bodenverhältnisse eine solche zulassen, derart zu führen, daß möglichst ausgedehnte Waldflächen durchzogen werden; denn je größere Massen seinerzeit zur Auslieferung kommen können, um so günstiger wird sich der Betrieb und natürlich auch die Verzinsung des Anlageaufwandes gestalten.

3. Die Endstationen der Bahn müssen auf thunlichst geräumigen, für das Zubringen und Lagern, dann das Auf- und Abladen der Hölzer zweckmäßig gestalteten Plätzen angelegt werden. Von großem Vortheil für Anlage und Betrieb ist weiters der Umstand, wenn die untere oder Endstation derart gewählt werden kann, daß die anlangenden Hölzer sofort der Weiterlieferung übergeben werden können, ohne daß sie einer neuerlichen Lagerung unterzogen zu werden brauchen.

4. Wenn es die Terrainverhältnisse ermöglichen und hiedurch die Kosten der Anlage nicht wesentlich gesteigert werden, sind Curven mit kleinen Krümmungshalbmessern zu vermeiden, wodurch die Betriebssicherheit wesentlich gefördert wird. Die Größe des zulässig kleinsten Krümmungshalbmessers hängt davon ab, welches Ausmaß die Fliehkraft des rollenden Wagens innerhalb der Curve erreicht, beziehungsweise welche Reibungsgröße derselben sich entgegenstellt, und von welcher Größe und Beschaffenheit endlich die Fahrmittel sind.*

Bekanntermeise ist die Fliehkraft $F = \frac{Q \cdot v^2}{g \cdot r}$, in welcher Formel Q die Last und das Wagengewicht, v die Geschwindigkeit per Secunde, g die Acceleration der Schwere (9·81 m) und r den Krümmungshalbmesser der Curve bedeutet. Die Reibung $R = f\,(G + Q)$ oder gleich der Summe aus der Last und dem Gewichte des Bahnstranges, multiplicirt mit dem Reibungscoefficienten, welch' letzterer bei der Bewegung auf gußeisernen Rädern mit 0·0178—0·0210 angenommen werden kann. ** Wenn daher die Reibung der Fliehkraft das Gleichgewicht halten soll, dann muß $F = R$ oder $\frac{Q \cdot v^2}{g \cdot r} = f\,(G + Q)$ sein, woraus $r = \frac{Q \cdot v^2}{g \cdot f\,(G + Q)}$ berechnet werden kann.

In den Bögen erhält die Schienen- oder Spurweite eine Vergrößerung, indem der innere Schienenstrang gegen den Bogenmittelpunkt verschoben wird; desgleichen wird der

---

* Wenn die Wagen für Klotz- und Langholz mit Drehschemeln versehen sind und die Entfernung der Achsen eines Wagens nicht über 1 m beträgt, so kann als zulässig kleinster Curvenhalbmesser angenommen werden:

a) für 1—2 m langes Brennholz und einen Wagenzug von 1—2 Wagen . . . . 20 m
„ mehr . . . . 30 „
b) „ 4—6 m langes Klotzholz und einen Wagen . . . . 50 „
„ mehrere . . . . 100 „
c) „ Stammstöcke über 8 m Länge und einen Wagen . . . . 70 „
„ mehrere Wagen . . . . 150 „

** Wagner's „Praktischer Baurechner", p. 78.

äußere Schienenstrang etwas höher als der innere angelegt. Für Rollbahnen mit der Spurweite von 80—100 cm soll die Erweiterung des Geleises $E = (1000 - r)\, f$ betragen, wobei r der Halbmesser der Bahnachse, f ein praktisch ermittelter Coefficient (0·026) und 1000 der Halbmesser jener Bahnachse ist, bis zu welcher eine Erbreiterung der Spurweite nothwendig wird. Die erforderliche Schienenüberhöhe H wird gefunden, wenn wir mit v die Fahrgeschwindigkeit, mit g' die Beschleunigung, welche die Centrifugalkraft hervorbringt, mit r den Halbmesser der Bahnachse und mit w die Spurweite bezeichnen, durch die Formel: $H = \frac{w \,.\, v^2}{g' \,.\, r}$

Bei den gewöhnlichen Rollbahnen kann die Fahrgeschwindigkeit mit 4—6 m per Secunde und die Beschleunigung g' bei dem mittleren Durchmesser der Räder von 40 mm mit 8·2 bei 4 m und mit 19·4 bei 6 m Geschwindigkeit per Secunde veranschlagt werden. Sowohl die Geleiseerweiterung *, als auch die Ueberhöhe bekommt im Scheitel des Bogens dies berechnete Ausmaß und verläuft dasselbe von dort gleichmäßig nach beiden Seiten in einem Verhältnisse von 1 : 1000, d. h. per Meter 1 mm. Gewöhnlich wird der äußere Strang um die halbe Ueberhöhe gehoben, der innere um das gleiche Ausmaß gesenkt.

5. Bei den gewöhnlichen Waldbahnen soll das Durchschnittsgefälle 3—4% nicht übersteigen, kann indeß in kurzen Strecken auf 5—6% gesteigert werden, wenn dadurch eine wesentlich Abminderung an dem Anlageaufwande zu erzielen wäre. Das Rollbahnsystem nach Lo-Presti gestattet sogar ein Maximalgefälle bis zu 8%.

Große Gefälle vertheuern den Betrieb, weil bei starken Ansteigungen der Bahntrace der Rücktransport der Wagen einen unverhältnißmäßigen Arbeitsaufwand erheischt. Ein Gegengefälle soll möglichst vermieden werden oder darf doch im besten Falle nur bis zu jenem Grade angewendet werden, der noch die sichere Annahme gestattet, daß der ankommende Wagen diese Strecke mit der erlangten Kraft selbstthätig zu überwinden vermag. Weitgehende Gefällsausgleichungen können selbst bei ständigen Anlagen entfallen, während bei blos vorübergehenden dieselben jedenfalls auf das äußerst zulässige Maß einzuschränken sind.

Gegen die Endstation zu ist das Gefälle der Bahntrace entsprechend abzumindern. Bei einem größeren Durchschnittsgefälle, namentlich bei ungünstiger Gefällsausgleichung, wo zu befürchten steht, daß die Transportmittel mit unverhältnißmäßiger Geschwindigkeit in der Endstation anlangen könnten, muß die Endstrecke mit einem genügenden Gegen-

---

* Nach den angegebenen Formeln berechnet sich die erforderliche Geleiserweiterung und Ueberhöhe für eine mittlere Fahrgeschwindigkeit von 5 m per Secunde und $g' = 13{\cdot}8$ folgendermaßen:

Halbmesser in m	Geleiserweiterung in mm	Ueberhöhe in mm
1000	0	1·8
800	5·20	2·2
600	10·40	3·0
400	15·60	4·4
200	20·80	7·0
100	23·40	18·1
80	23·92	22·6
60	24·44	30·1
40	24·96	45·2
20	25·48	90·5

gefälle abgeschlossen werden, damit die Wagen ohne jede Gefährdung des rollenden oder zugeführten Materiales angehalten werden können. Das Gefällsmaximum wird einerseits durch die Situation der Bahntrace, andererseits durch die zulässige Wirkung der Bremsvorrichtung bei den zur Verwendung kommenden Fahrmitteln bedingt, d. h. sie darf jenes Maß nicht überschreiten, wo eine angemessene Regelung der Fahrgeschwindigkeit durch Vergrößerung der Reibung in Frage kommen sollte. Einer Bahntrace ohne Curven oder mit solchen von einem bedeutenden Krümmungshalbmesser kann bei Verwendung von Wagen mit guter und zweckmäßig construirter Bremsvorrichtung das zulässig höchste Gefälle gegeben werden; dagegen darf selbstverständlich das Gefälle andererseits nicht unter jene Ziffer sinken, wo eine selbstthätige Bewegung der beladenen Wagen zweifelhaft werden könnte.

Bezeichnen wir mit P jene Kraft, die erforderlich ist, um den beladenen Wagen fortzubewegen, d. i. jene Zugkraft, welche die Hindernisse der Reibung zu überwinden vermag, mit Q die Belastung der Achsen, mit R den Halbmesser der Wagenräder, mit r den Halbmesser der Wagenachsen und mit f den Coefficienten der Zapfenreibung, so ist $f \cdot Q$ gleich der Zapfenreibung und $r \cdot f \cdot Q$ ihr Drehungsmoment. Wird dieses letztere Product durch den Halbmesser des Wagenrades getheilt, dann ist $\frac{r \cdot f \cdot Q}{R}$ das auf den Radumfang reducirte Drehungsmoment. Neben der Zapfenreibung hat die Zugkraft auch noch die rollende Reibung zu überwinden, deren Coefficient mit f' und die Belastung des Radumfanges mit Q' bezeichnet werden soll. Auch hier ist $f' \cdot Q'$ die Größe der rollenden Reibung und $\frac{f' \cdot Q'}{R}$ die auf den Umfang des Wagenrades bezogene rollende Reibung. Die Zugkraft hat somit das Drehungsmoment mehr der rollenden Reibung zu überwinden, d. i. $\frac{r \cdot f \cdot Q}{R} + \frac{f' \cdot Q'}{R}$ oder es muß für den Zustand des Gleichgewichtes

$$P = Q \cdot f \cdot \frac{r}{R} + Q' \cdot f' \cdot \frac{1}{R}$$ sein.

Dies gilt für eine horizontale Bahnanlage, und gestaltet sich die letztaufgestellte Formel für eine unter dem Winkel α geneigte Bahn nach dem allgemein bekannten Gesetze über die Bewegung der Körper auf einer schiefen Ebene, wenn, statt P, $Q \cdot \sin \alpha$ und, statt Q, $Q \cdot \cos \alpha$, beziehungsweise, anstatt Q', $Q' \cdot \cos \alpha$ in die obige Formel eingeführt werden:

$$Q \cdot \sin \alpha = f \cdot Q \cdot \cos \alpha \, \frac{r}{R} + f' \cdot Q' \cdot \cos \alpha \cdot \frac{1}{R} \quad \text{oder} \quad \operatorname{tang} \alpha = \frac{1}{R}\left(f \cdot r + f' \cdot \frac{Q'}{Q}\right)$$

und wird noch der ohnedies kleine Unterschied zwischen der Belastung des Radumfanges und der Radachsen fallen gelassen, d. h. wenn $Q = Q'$ gesetzt wird, dann ist

$$\operatorname{tang} \alpha = \frac{r \cdot f + f'}{R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1$$

Aus dieser letzteren Formel läßt sich jener kleinste Winkel berechnen, der, um Weniges überschritten, zu einer selbstthätigen Fortbewegung der Wagen erforderlich ist.

Von weiterer Wesenheit ist noch die Berechnung jenes Arbeitsaufwandes, den das Zurückschaffen oder der Rücktransport der entladenen Wagen erheischt. Bezeichnen wir mit G' den Druck des leeren Wagens auf den Radumfang, mit G jenen auf die Rad-

achsen und behalten wir für R . f und f' * die früheren Werthe bei, so ist die erforderliche Kraft P, um die leeren Wagen auf horizontaler Bahn zurückzufördern,

$$= G \,.\, f \,.\, \frac{r}{R} + G' \,.\, f' \,.\, \frac{1}{R}$$

oder bei der Annahme, daß G = G' ist, d. h. daß die Achse und der Radumfang in gleicher Weise belastet werden,

$$P = \frac{G}{R} (f \,.\, r + f') \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2$$

Sind die Wagen jedoch auf einer geneigten Bahn aufwärts zu fördern, ist also neben der Reibung auch noch die Schwerecomponente des Wagengewichtes zu überwinden, dann berechnet sich der erforderliche Kraftaufwand für den Rücktransport der Wagen, und zwar unter der Voraussetzung, daß G = G' ist, $P = G \sin \alpha + \frac{G}{R} (f \,.\, r + f')$, worin α den Neigungswinkel der Bahn bedeutet. Die erforderliche Kraft, um einen beladenen Wagen mit der Last Q thalabwärts zu fördern, ist $P = (G + Q) \sin \alpha - \frac{G + Q}{R} (f \,.\, r + f')$.

6. Die Länge der Bahn ist wohl zumeist durch die Lage der Stationen und das zulässige Maximalgefälle gegeben; im Falle jedoch, als trotzdem ein gewisser Spielraum offenstehen sollte, ist die Trace bis in die zulässig äußerste Grenze zu führen, weil hiedurch die Betriebskosten sich billiger gestalten werden, wenn das zeitraubende und kostspielige Zuschaffen der Hölzer von und zu den Auf- und Abladestationen auf eine kürzere Zulieferungsstrecke eingeschränkt wird.

7. Die Breite des Unterbaues muß den Dimensionen, speciell der Spurweite der Bahn entsprechen und soll mit Rücksicht auf den Kostenaufwand das unerläßlich nothwendige Ausmaß nicht überschreiten. Von der richtigen Wahl der Spurweite hängt nicht nur einerseits der Anlageaufwand, sondern andererseits auch der Betriebserfolg ab. Die praktisch beste Spurweite kann für eine Brennholzbahn mit 80 mm, für Nutzholzförderung dagegen mit 100 mm und das Erforderniß an Baufläche für Waldbahnen im Flachlande mit 0·5 ha, in einem Thalgebiete mit 0·6 ha, in einem welligen Hügel- und Mittelgebirgslande mit 0·65 ha, endlich in stark coupirten Mittel- und Hochgebirgsgegenden mit 0·8 ha per Kilometer Bahnlänge bemessen werden.

8. Größere Objecte, beispielsweise Ueberbrückungen von Flußläufen, Uebersetzungen von Seitenthälern, Erdeinschnitte, in ungünstigem Boden oder kostspielige Andämmungen, zumal wenn die erforderlichen Auftragsmassen aus größeren Entfernungen zugeführt werden müssen, Stütz- und Böschungsmauern u. dgl. sind nach Zulässigkeit zu umgehen oder doch auf das äußerste Ausmaß einzuschränken.

Nach beendeter Tracirung und ausgeführter Berechnung der gesammten Anlageerfordernisse ist selbstverständlich nochmals eine möglichst genaue Rentabilitätsberechnung mit Rücksicht auf den financiellen Betriebserfolg, wobei nunmehr die genaue Amortisations- und Erhaltungsquote auf Grundlage des Tracirungsoperates in die Rechnung einzuführen wäre, unerläßlich nothwendig.

---

* Morin ermittelt den Coefficienten der Zapfenreibung, wenn Zapfen aus Schmiedeeisen in gußeisernen Lagern laufen, bei Anwendung von Olivenöl, Talg, Schweinfett oder Schweinfett mit Graphit gemischt als Schmiere mit 0·054, wenn das Schmieren ununterbrochen fortgesetzt wird, und mit 0·07—0·08, wenn das Zapfenlager nur in bestimmten Zwischenräumen geschmiert wird.

§. 100. Der Unterbau.

Es ist selbstverständlich, daß der Unterbau bei der Anlage einer ständigen Bahn vorwiegend in Erd- und Steinarbeiten besteht, während bei Bahnen von einer nur vorübergehenden Benützung der Holzbau in Form von unterschiedlichen Jochen und Stützen in den Vordergrund treten wird, um den Oberbau über die ungünstigen Bodenformungen mit dem zulässig kleinsten Aufwande hinwegzuführen.

Die Arbeiten des Unterbaues lassen sich in gleicher Weise wie bei einer gewöhnlichen Waldweganlage untertheilen:

a) in das Ausstecken und Freimachen der Trace,
b) in das Roden der vorhandenen Stöcke,
c) in das Aufstellen der Profile bei größeren Einschnitten oder Andämmungen,
d) in die Abgrabung und Verführung der Abtragsmassen,
e) in die Ausführung von Andämmungen und
f) in die Herstellung von Böschungs- und Stützmauern, Ueberbrückungen und in die Anlage der für die Wasserableitung nothwendigen Vorkehrungen.

Betreffs der Ausführung von Erd- und Steinarbeiten, Böschungsversicherungen, Materialverführung, Arbeitsvertheilung, Vorkehrung für die Wasserableitung u. dgl. wird auf die einschlägigen Paragraphen des Waldwegebaues verwiesen. Handelt es sich dagegen nur um den Unterbau einer vorübergehenden Bahnanlage, die nach einer bestimmten Zeit wieder abgebrochen und nach einem anderen Waldplatze übertragen und in Betrieb gesetzt werden soll, so ist natürlich jede größere Massenbewegung dabei zu vermeiden. In einem derartigen Falle werden häufig die zulässig kleinsten Krümmungshalbmesser aushelfen müssen, um größere Mulden und Terraineinsenkungen umgehen nnd Terrainvorsprünge umfahren zu können. Kleine Mulden oder unbedeutende Bodenunebenheiten werden mit Holz überbaut und wird der Oberbau auf hölzerne Joche gelegt, die nach Maßgabe der Höhe verschiedene Constructionen haben können. Sie sind in ihrer Art und Verbindung genau so wie die Joche bei Holzriesen und Schlagwegen (Fig. 10—18) anzufertigen und werden nur mit Rücksicht auf die Größe der abzubringenden Lasten aus stärkerem Materiale und solider hergestellt. Mittelst der gleichen Jochconstruction werden auch größere Wasserläufe überbrückt, beziehungsweise überschritten.

Wenn es die Verhältnisse gestatten, sind die zum Baue verwendeten werthvolleren Hölzer in solcher Länge zu belassen, daß deren Verwerthung nach Auflassung der Anlage ohne Schwierigkeit und Verlust möglich ist, nachdem bei einer Waldbahn wie bei einer Holzriese die Hölzer des Unter- und Oberbaues von der oberen Station nach abwärts abgebrochen und nachgeliefert werden können.

Im günstigen Terrain beschränkt sich der Unterbau einer blos temporären Bahn ausschließlich auf das Ausstecken der Trace, das Entfernen größerer Hindernisse (Baumstöcke, Felsenbrocken) und allenfalls auf einfache Planirungsarbeiten, um den Schwellhölzern des Oberbaues eine entsprechende Unterlage zu schaffen. Manchmal entfällt jede Erdbewegung und werden die Schwellen entweder in den Boden eingelassen oder im geneigten Terrain an dem einen Ende durch unterlegte Holzstücke oder Steine auf die entsprechende Höhe gehoben.

§. 101. Der Oberbau.

Unter dem Oberbau versteht man gewöhnlich die Herstellung des Bahngeleises, beziehungsweise das Legen der Schwellen, das Befestigen der Schienen, wenn solche in Anwendung kommen, und die Anlage von Schiebebühnen, Drehscheiben u. s. w. Es sind somit Schwellen und Schienen das wesentlichste Materiale des Oberbaues. Die ersteren können entweder senkrecht oder parallel zur Bahnachse gelegt werden und heißen im ersteren Falle Quer-, im letzteren Falle Langschwellen.

Danach unterscheiden wir auch Waldbahnen mit einem

a) Querschwellensystem,
b) Langschwellensystem.

Das erstere besteht aus Querschwellen, die entweder unmittelbar auf dem Boden oder, wenn die Fahrbahn auf hölzernen Jochen geführt wird, auf Langschwellen aufliegen und die Träger der Schienen sind. Das zweite besteht aus Langschwellen, die entweder unmittelbar als Schienen benützt werden können oder nur die Träger der letzteren sind. Die Langschwellen ruhen auf dem Boden und sind mit Rücksicht auf die Spurweite durch Querhölzer untereinander verbunden oder werden auf untergelegte Querhölzer entsprechend befestigt, welche indeß in ausgejochten Strecken selbstverständlich entfallen, beziehungsweise durch die Jochholme ersetzt werden.

Das Langschwellensystem hat den Vorzug, daß entweder die Schwellen gleichzeitig als Schienen verwendet werden können oder ist doch, nachdem dieselben eine ununterbrochene Unterstützung gewähren, die Anwendung von einfachen und billigen Flachschienen zulässig, wenn etwa aus mehrfachen Gründen die Anwendung von Eisen sich empfehlen sollte. Dagegen hat dieses auch wieder die Nachtheile, daß

a) die Spurweite sich leicht ändern kann, wodurch der Betrieb in nachtheiliger Weise unterbrochen würde;
b) der Abfluß des Wasser an manchen Stellen behindert wird, was eine schleunige Abnützung des Oberbaues veranlaßt;
c) die Senkungen des Bahnkörpers einen ungünstigen Einfluß auf die Lage der Schienen nehmen, die dann leicht losgelöst und aufgerollt werden;
d) es für die Langschwellen namentlich dann, wenn sie gleichzeitig als Schienen verwerthet werden sollen, ausgesuchter und werthvoller Hölzer bedarf und der Verbrauch an Holz im Allgemeinen bedeutend größer ist.

Das Querschwellensystem erheischt Holz von minderer Qualität für die Schwellen, erfordert aber stärkere und daher auch kostspieligere Schienen (Profilschienen), verhindert jedoch eine Verdrehung der Schwellen und eine Verrückung der Spurweite, bietet demnach einen höheren Grad von Betriebssicherheit.

Bei einer temporären Waldbahnanlage können die Langschwellen, d. h. das diesfällige System mit Vortheil angewendet werden, namentlich dort, wo der Oberbau vorwiegend auf einem hölzernen Unterbau geführt werden soll. Es lassen sich nämlich unter solchen Verhältnissen die Langschwellen mit den hölzernen Jochen in hinreichend sicherer und fester Weise verbinden, wodurch ein wesentlicher Nachtheil dieses Systems vollständig oder doch zum überwiegenden Theile behoben werden kann. Selbstverständlich werden Holzschienen, d. h. Langschwellen, ohne einen schützenden Eisenbeschlag selbst bei Verwendung eines vorzüglichen und entsprechend zugerichteten Holzes in sehr kurzer Zeit

abgenützt und eignen sich deshalb nicht für ständige Waldbahnen, können aber bei einer vorübergehenden Anlage eine ganz vorzügliche Verwendung finden.

Mit Rücksicht auf die Art und Beschaffenheit der Schienen unterscheiden wir Waldbahnen mit

a) Langschwellen ohne Eisenschienen,
b) Langschwellen und Flachschienen und
c) Querschwellen und Profilschienen.

Rollbahnen mit Langschwellen ohne Eisenschienen.

Die Langschwellen, auch Laufschwellen genannt, werden entweder nur in ihrem Zusammenstoße oder bei größerer Länge und unebenem Boden auch auf mehrere Querhölzer gelagert, beziehungsweise in diese eingelassen und allenfalls mit Holznägeln befestigt. Die Quer- und Unterlaghölzer dienen den Langschwellen nicht nur blos zur Unterstützung, sondern haben vielmehr den Hauptzweck, die letzteren in ihrer Lage unverrückbar zu erhalten, also eine jede Veränderung der Spurweite zu verhüten. Die Spurweite oder innere lichte Entfernung der Schienen steht selbstverständlich mit der constructiven Beschaffenheit der Fahrmittel in Verbindung. Eine Aenderung der Spurweite würde daher eine Entgleisung des rollenden Materiales und somit zeitraubende und kostspielige Betriebsstörungen nach sich ziehen. Die Laufschwellen haben gewöhnlich eine Länge von 6—10 m, eine Höhe von 180—200 mm und eine Breite von 90—100 mm und werden an drei oder zwei Seiten bezimmert. Zu den Unterlagen genügen Rundhölzer in der Stärke von 150—200 mm, die in Entfernungen von 1—2 m zu legen sind.* Ein theilweises Einlegen oder Eingraben der Unterlaghölzer in den Boden vermehrt deren Unverrückbarkeit und verleiht der ganzen Anlage einen erhöhteren Grad von Festigkeit. Erheischen es jedoch die Bodenformungeu, so können die Unterlagen auch auf hölzerne Böcke gelegt werden.

Dieser Fall tritt dann ein, wenn die Bahn einem geneigten Bergabhang entlang führt und die Herstellung eines horizontalen Grundbaues für den Oberbau unterblieb.

Bei einer stärkeren Benützung der Bahnanlage oder wenn bedeutende Lasten befördert werden, dann in allen Krümmungen gewähren die Unterlaghölzer nicht den unbedingt nothwendigen Sicherheitsgrad gegen eine allfällige Verschiebung der Laufschwellen und sind daher die letzteren unter solchen Verhältnissen noch durch leiterartig eingelassene Querhölzer miteinander zu verbinden. Für diese Querhölzer genügt eine Dicke von 30 bis 40 mm und eine Breite von 100—120 mm, und es sind diese in Entfernungen von 0·75

---

* Nach Mittheilungen von Brettschneider („Forstzeitung" Nr. 50, 1883) sind die Unterlaghölzer bei Langschwellen und aufgenagelten harten Holzschienen bei der Spurweite von 1 m, einer Fahrgeschwindigkeit von 5 m per Secunde und einer Belastung pro Rad bis 1000 kg in Entfernungen von 2 m — von Mitte zu Mitte gerechnet — zu legen, während für jede Mehrbelastung von 100 kg von obiger Entfernung 50 mm abzuschlagen sind.

Als Dimensionen für diese Unterlaghölzer werden nachstehende empfohlen, und zwar für eine Radbelastung von

500—1000 kg	1·60 m	Länge
	0·15 „	Breite
	0·12 „	Stärke
1000—2000 kg	1·70 „	Länge
	0·18 „	Breite
	0·15 „	Stärke
über 2000 kg	1·80 „	Länge
	0·21 „	Breite
	0·18 „	Stärke

bis 1·0 m in die Laufschwellen einzulassen. Die erforderliche Festigung an der Einlaßstelle kann durch Holznägel oder besser und zweckmäßiger durch eingeschobene Keile bewerkstelligt werden, die nach Bedarf zu entfernen oder nachzutreiben sind.

Langschwellen mit Flachschienen.

Kostspieliger, aber dauerhafter ist die Anlage einer Waldbahn, beziehungsweise der Oberbau, wenn die Langschwellen mit Flachschienen belegt werden. Die Schienen vermindern die Abnützung der Langschwelle und erleichtern den Betrieb wesentlich. Die Flachschienen haben ein rechteckiges Profil und erhalten gewöhnlich eine Breite von 34—36 mm und eine Dicke von 3—4 mm und werden in Abständen von 0·5—0·7 m auf die obere Fläche der Langschwellen, und zwar an den nach innen gekehrten Kanten befestigt. Die Nägel zum Befestigen der Flachschienen erhalten flache, abgerundete Köpfe und müssen gegen den Stift konisch verlaufen. Desgleichen werden auch in die Schienen konische Löcher gebohrt, so zwar, daß die Köpfe der Nägel mit der Schiene in eine Ebene fallen, wodurch eine Behinderung der Wagen nicht eintreten kann. Die Schienen erhalten mit Rücksicht auf die Krümmungen verschiedene Längen und schwankt die Dimension derselben zwischen 0·5—4·0 m.

In starken Krümmungen berühren die Spurkränze der Räder die Innenseiten der Langschwellen, schneiden sich gerne ein, so daß, abgesehen von der erhöhteren Reibung und stärkeren Abnützung der Schwellen, bei einer schnellen Thalfahrt eine Entgleisung der Wagen sehr leicht eintreten kann. Um eine solche Möglichkeit thunlichst zu vermeiden, empfiehlt es sich, auf der inneren verticalen Seite der Langschwellen in gleicher Höhe mit der oberen Kante, und zwar im Scheitel des Bogens Schienen auf einige Meter Länge zu befestigen.

Die Flachschienen von der vorbeschriebenen Form und Befestigungsweise haben mehrfache Nachtheile, die zu Betriebsstörungen führen können. Bei einer schweren Belastung werden die Köpfe der eingelassenen Nägel leicht abgesprengt und müssen sodann in umständlicher Weise neue Löcher in den Schienen vorgebohrt werden, weil die beschädigten Nägel vermöge ihrer konischen Form nicht ausgezogen werden können. Werden nun mehrere Schienennägel hintereinander abgesprengt, dann rollen sich die Schienen auf und können, wenn der Schaden nicht sofort bemerkt und ausgebessert wird, zu Entgleisungen führen. Werden Schienen von der Form Fig. 54 * angewendet, so lassen sich Nägel mit freistehenden Köpfen, die somit leicht auszuwechseln sind, benützen, während Schienen mit der Profilform Fig. 55 das Aufrollen verhüten; freilich stellen sich die Kosten der letztgenannten zwei Schienenformen höher, als bei den einfachen Flachschienen.** Selbstverständlich haben diese Uebelstände der Flachschienen für einen Locomotivbetrieb eine große Bedeutung, während sie bei gewöhnlichen Waldbahnen mit Menschenbetrieb nur im untergeordneten Maße in den Vordergrund treten. Immerhin müssen diese Nachtheile in Erwägung gezogen werden, nachdem ein günstiges Lieferergebniß zum Theile auch durch die Betriebssicherheit bedingt wird.

---

* Bei einem Maximalraddrucke von 2000 kg müssen die Flachschienen eine Lauffläche von 80 mm und eine Seitenfläche von 25 mm erhalten. Die Dicke wäre für die erstere Fläche mit 10 mm, für die letztere oder Nagelfläche aber mit 5 mm zu bemessen.

** Die Schienen Fig. 54 haben ein Gewicht von 13·68 kg, jene Fig. 55 von 8·0 kg per laufenden Meter.

Querschwellen mit Profilschienen.

Im günstigen Terrain werden die Querschwellen unmittelbar auf den Boden gelegt*, während in jenen Strecken, wo Terrainfalten oder Grabeneinschnitte überjocht werden müssen, auf die Jochhölzer zunächst Langhölzer zu legen sind, in welche dann die Querschwellen eingelassen und mit Schrauben, Holznägeln oder mit eingetriebenen Seitenkeilen befestigt werden. Bei den Waldbahnen genügt ein zweiseitiges Bezimmern der Querschwellen, deren Länge nach der Spurweite und deren Stärke nach den zu tragenden Lasten und der Holzart zu bestimmen ist.** Nur muß die Schwellenlänge entsprechend größer als die Spurweite sein, weil sonst die Schwellenhölzer bei dem Eintreiben der Nägel sich leicht spalten würden.

Wenn die Verbindung der Schienenenden auf einer Querschwelle ruht, dann heißt letztere die Stoßschwelle und das System „ein Querschwellensystem mit unterstütztem Stoß" zum Unterschiede von „dem Querschwellensystem mit schwebendem Stoß", wenn nämlich die Schienenverbindung zwischen zwei Querschwellen fällt, d. h. frei schwebt. Bei den gewöhnlichen Waldbahnen wird vorwiegend der unterstützte Stoß angewendet, und sind die Stoßschwellen in ihren Dimensionen stärker als die Mittelschwellen zu halten, namentlich muß die obere Auflagsbreite der Laschenlänge entsprechen. Bei der Spurweite von 1 m, einer Geschwindigkeit von 5 m per Secunde und der Anwendung von 4·5—9 kg schweren, breitbasigen Vignoles-Schienen genügt es, wenn die Querschwellen bis zur Radbelastung von 1000 kg in Entfernungen von 1 m von Mitte zu Mitte gelegt werden, während für jede weitere Mehrbelastung von 100 kg die Querschwellenentfernung um 25 mm gekürzt werden muß. Bei den Brückenbahn-Constructionen sind die Querschwellen bei der Belastung von 1000 kg per Rad in Entfernungen von 1·2 m von Mitte zu Mitte zu legen, und ist diese Entfernung für jede Mehrbelastung von 100 kg um 30 mm zu vermindern.

Auf den Querschwellen werden die Profilschienen in der festgesetzten Entfernung — Spurweite — durch Schienennägel befestigt. Die größte Sorgfalt erheischt die Herstellung des „Stoßes", beziehungsweise die Verbindung der Schienen untereinander durch eiserne Verbindungslaschen und Laschenschrauben oder Bolzen. Eine Laschenconstruction ist in der folgenden Fig. 56 dargestellt, a ist die Schiene, b die Verbindungs-

---

* Zweckmäßiger ist es, wenn die Quer- oder Langschwellen auf eine Unterbettung von trockenem Schotter zu liegen kommen; letztere soll bei billiger Beschaffung des Bettungsmateriales eine Stärke von 8—10 cm, dort aber, wo eine Gewinnung dieses Materiales große Kosten verursachen sollte, 4—8 cm Stärke erhalten.

Der Schotterbedarf kann per km Bahn mit 150—200 m³ Schotter veranschlagt werden. Im Moor- und Sumpfboden müssen die Quer- oder Langschwellen auf eine Prügelbahn gelegt werden, die bei Bahnen mit animalischem Betriebe zwischen den Schienen noch mit einer 10 cm hohen und 50 cm breiten Schotterlage zu überdecken sind.

** Bei der Spurweite von 1 m und bei Anwendung von breitbasigen Eisen- oder Stahlschienen ügen für die Querschwellen folgende Dimensionen, und zwar bei dem Raddrucke von

500—1000 kg	1·40 m	Länge
	0·12 „	Breite
	0·08 „	Höhe
1000—2000 kg	1·50 „	Länge
	0·15 „	Breite
	0·10 „	Höhe
über 2000 kg	1·60 „	Länge
	0·18 „	Breite
	0·12 „	Höhe

lasche, c sind die Laschenschrauben, d die Schienennägel und e ist die eiserne Bodenplatte. Nachdem eiserne Schienen dem Einflusse der Temperatur unterliegen, muß bei der Herstellung und Befestigung der Stoßverbindung der erforderliche Spielraum bleiben, d. h. die Schienen dürfen nicht unmittelbar aneinanderstoßen.

Weichen und Drehscheiben.

Die Vorrichtungen zum Verstellen und Verschieben der Geleise oder die sogenannten Weichen, desgleichen die Drehscheiben gehören dem Oberbaue an und dürften wohl nur bei ständigen Rollbahnanlagen auf Holzlagerplätzen, bei Holzindustriewerken u. s. w. in Anwendung kommen. Schnitt und Projection einer Drehscheibe aus Holz enthält Fig. 57. Eine solche ist bei einfachen Anlagen mit Vortheil zu verwenden, wenn von einem Schienenstrange die Wagen unter einem Winkel auf ein zweites Geleise überführt werden sollen, ein Fall, der auf Holzlagerplätzen mit beschränktem Raum häufig eintreten kann.

Mittelst dieser primitiven Construction kann eine Abzweigung von einer Hauptbahn durch das einfache Einschalten einer Drehscheibe an einem jeden Punkte erfolgen, wo eine Schwelle liegt; es braucht nur in letzterer eine Oeffnung gemacht zu werden, worin sodann der Zapfen der Scheibe eingesetzt wird. Weil aber in diesem Falle die Drehscheibe über dem Niveau der Schienen zu liegen kommt, so wird an die Zu- und Abfahrt der Drehscheibe ein 1·5 m langes Anstoßstück a angefügt. Nach der Gebrauchnahme kann die Drehscheibe entfernt werden und an einem anderen Punkte zur Verwendung kommen. Soll die Drehscheibe dagegen dauernd an einem Punkte bleiben, so wird die Grundschwelle für den Zapfen der Scheibe so tief in den Boden eingelassen, daß das Niveau der Bahnschienen mit jenem der Scheibe zusammenfällt.

§. 102. Das rollende Material.

Die Wagen, mit denen die Lasten befördert werden sollen, müssen möglichst einfach, dabei aber solid und fest gebaut und mit zweckmäßigen Bremsvorrichtungen versehen sein. Schwere oder Wagen mit einer zu complicirter Construction empfehlen sich für einfache Waldbahnen keinesfalls, weil einerseits der Aufwand des Rücktransportes erhöht wird und andererseits bei der vorherrschend primitiven Anlage des Bahnkörpers Beschädigungen der Fahrmittel trotz aller Achtsamkeit nicht zu vermeiden sein werden. Gewöhnlich bestehen die Rollwagen aus zwei eisernen Achsen mit vier eisernen Rädern, auf denen das verschiedenartig construirte Wagengestell aus Holz ruht. Wenn Langhölzer abgeführt werden, so haben die Wagen auf der Plattform noch einen beweglichen Kippstock. Von Wesenheit ist die Bremsvorrichtung, mittelst welcher die Geschwindigkeit des rollenden Wagens nach Maßgabe des Gefälles und der vorhandenen Krümmungen geregelt werden soll. Eine solide und zweckmäßig eingerichtete, beziehungsweise handliche Bremsvorrichtung trägt wesentlich zur Erzielung eines entsprechenden Betriebserfolges bei, während durch schlechte oder unzweckmäßig construirte Bremsen nicht allein die Fahrmittel und Lasten gefährdet, sondern auch der Bahnkörper zerstört und dadurch der gesammte Betrieb für längere Zeit unterbrochen werden kann. Wir werden die verschiedenen Wagenconstructionen und Bremsvorrichtungen bei den einzelnen Bahnsystemen eingehender behandeln.

§. 103. Bahnerhaltung.

Die Bahnerhaltung im Allgemeinen wird gleichfalls davon abhängen, ob die Anlage nur vorübergehenden Zwecken zu dienen hat oder ob diese ein stabiler Bau ist, der unausgesetzt oder zum mindesten durch eine längere Zeitdauer benützt werden soll und daher fortwährend betriebsfähig erhalten werden muß.

Schon bei dem Baue der Waldbahnen wurde hervorgehoben, daß bei der Anlage einer Bahn für ständige Benützung der Unterbau möglichst solid und dauerhaft hergestellt werden soll. Wird dieser Voraussetzung Rechnung getragen und bei der ersten Anlage nicht am unrechten Orte gespart, dann werden sich auch die weiteren Erhaltungskosten in den entsprechenden, d. h. mäßigen Grenzen bewegen.

Im Speciellen werden die Erhaltungskosten umfassen:

a) Das Auswechseln der im Unterbau verwendeten und mit der Zeit schadhaft gewordenen Holzbestandtheile.

Wenn die zu den Brücken- und Jochconstructionen verwendeten Hölzer mit einem doppelten Theeranstrich versehen werden, so kann die Dauer dieser Holzbauten mit 20—30 Jahren angenommen werden, und betragen somit die Erneuerungskosten 4%, zu denen noch weitere 2% an Erhaltungskosten zuzurechnen sind, d. h. zusammen 6% der ersten Anlage per Jahr.

b) Das Ergänzen und Nachbessern eingerollter Böschungen, Anschüttungen, Uferschutzbauten, Stütz- und Böschungsmauern, dann die Ergänzung des Bettungsmateriales bei Bahnanlagen mit Querschwellensystem, wenn die Querschwellen in einer Anschüttung ruhen sollten.

Die Erhaltungsarbeiten am Unterbau, beziehungsweise an den Abgrabungen und Andämmungen schwanken erfahrungsgemäß per Jahr zwischen 2—3% der ersten Anlagekosten, während für alle Uferschutzbauten, dann für Stütz- und Futtermauern von dem ersten Anlageaufwande 10% für Ergänzungs- und 2½% für Erhaltungsarbeiten zu veranschlagen sind. Als Ergänzung der Schwellenbettung kann per Jahr und Kilometer Bahnlänge angenommen werden, und zwar für Bahnen mit Menschenbetrieb 10—15 m³ Schotter und für solche mit animalischem Betrieb 25—30 m³ Schotter.

c) Die Erhaltung der für die Wasserableitung bestimmten Vorkehrungen.

d) Das Auswechseln von Lang- und Querschwellen, von abgenützten Schienen und sonstigen Bestandtheilen des Oberbaues.

Die Benützungsdauer der Schwellen schwankt ziemlich stark je nach der Art des Holzes und der localen Beschaffenheit des Bodens oder Unterbaues, wo dieselben zur Anwendung kommen sollen. Weiche Schwellen haben eine Dauer von 4—9 Jahren, im Mittel daher von 7 Jahren, während solche aus Buchenholz nach 2—3 Jahren unbrauchbar werden, außer sie wären imprägnirt, in welchem Falle sie 12 Jahre ausdauern können.

Brettschneider theilt in der „Forstzeitung" Nr. 41 über die Dauer der Holzschwellen Folgendes mit: „Die Dauer der Quer- und Langschwellen bei guter, trockener Schotterunterbettung und bei Verwendung von zwar geringwerthigerem, schwachem, jedoch möglichst langsam erwachsenem Bauholze (Durchforstungsholz) beträgt für Querschwellen bei

Stahlschienenoberbau, und zwar für imprägnirte Tannen und Föhren 15—20 Jahre, bei Lärchen und Eichen 25—30 Jahre, bei Theeranstrich für Tannen, Föhren 10 bis 15 Jahre, Lärchen und Eichen 15—20 Jahre — ohne Zurichtung für Tannen und Föhren 5—8 Jahre, Lärchen und Eichen 10—15 Jahre. (Querschwellen bei Holzschienenoberbau haben bei ihren stärkeren Dimensionen eine durchschnittlich um 25% längere Dauer.) Für Langschwellen, auf die Querschwellen aufgezapft und nur auf der unteren Seite auf dem Schotterbett aufliegend: bei Theeranstrich für Tannen, Fichten und Föhren 15—20 Jahre, Buchen und Ahorn 8—12 Jahre, ohne Zurichtung für Tannen, Fichten und Föhren 8—12 Jahre, Buchen und Ahorn 3—5 Jahre."

Die jährliche Abnützung der mit Theer angestrichenen 6/6—10/10 cm starken Buchenschienen beträgt 10—15%, während sich diese auf 20—25% steigert, wenn die Schienenhölzer ohne Anstrich zur Verwendung kommen; dagegen stellt sich erfahrungsgemäß die jährliche Abnützung der Stahlschienen auf 0·25—0·40%, jene des Befestigungsmateriales auf 5%.

e) Das fortgesetzte Ueberwachen der Anlage während des Betriebes, wobei allfällige Verschiebungen der Schienen, Aenderungen der Spurweite, gelockerte Schienenverbindungen sogleich in entsprechender Weise behoben werden müssen.

f) Die Erhaltung des rollenden Materiales.

Der Aufwand für die Erneuerung der Betriebsmittel beträgt bei Bahnen mit Menschenbetrieb 10%, bei jenen mit Pferden 15% des ersten Anschaffungsaufwandes. Ueberdies sind beim Pferdebetrieb 10% Reservewagen und 5% Reservepferde bereit zu halten. Bei den Fahrmitteln ist insbesondere die Beschaffenheit der Achsen und der Bremsvorrichtungen, beziehungsweise die Wirkung der letzteren unausgesetzt im Auge zu behalten, damit eine rechtzeitige Erneuerung und Auswechslung dieser Bestandtheile veranlaßt werden kann, wenn sie nicht mehr die genügende Betriebssicherheit gewähren sollten. Bei einer größeren Anlage sind auch jene Oberbau- und Wagenbestandtheile, deren Herstellung längere Zeit in Anspruch nehmen sollte, speciell alle Bestandtheile aus Eisen, dann Querschwellen u. dgl. in einer ausreichenden Anzahl in Vorrath zu halten.

§. 104. Der Bahnbetrieb.

Der Betrieb auf Waldbahnen ist einfach und beschränkt sich bei der selbstthätigen Fortbewegung des beladenen Fahrmittels auf die Einhaltung der zulässigen Fahrgeschwindigkeit, damit keine Entgleisung eintrete. Die Regelung der Fahrgeschwindigkeit erfolgt durch eine verständige Handhabung der Bremsvorrichtung, und zwar auf Grundlage der als zulässig durch Berechnung oder Erfahrung gefundenen Fahrgeschwindigkeit. Bekanntlich bewegen sich die Körper auf einer schiefen Ebene, wenn sie selbstthätig gleiten, mit einer gleichförmig beschleunigten Geschwindigkeit, welch' letztere daher beim Betrieb einer Waldbahn, beziehungsweise bei den thalwärts rollenden Fahrmitteln derart durch das Bremsen geregelt werden muß, daß die Endgeschwindigkeit nicht eine Größe erlangt, welche die Anhaltung des Wagens durch die Begleitungsmannschaft unmöglich macht.

Bezeichnen wir mit v die Geschwindigkeit, die der Wagen in einem bestimmten Punkte der Bahn erlangt, mit s den zurückgelegten Weg, mit α den Neigungswinkel der

Fahrbahn, mit g die Acceleration und mit f den Reibungscoefficienten, so ist, nachdem von der Beschleunigung der Schwere nur ein Antheil g' zur Wirkung kommt, $g' = g\,(\sin\alpha - f\,.\,\cos\alpha)$ und $v = \sqrt{2\,.\,g'\,s} = \sqrt{2\,g\,s\,(\sin\alpha - f\cos\alpha)}$, in welcher Formel der Reibungscoefficient $f = \left(\frac{d}{D}\,.\,f_1 + \frac{f_2}{\frac{D}{2}}\right)$ zu setzen ist.

In der letzteren Formel ist d der Durchmesser der Zapfen, D der Durchmesser des Rades, f_1 der Reibungscoefficient der Zapfenreibung, f_2 der Reibungscoefficient der rollenden Reibung. *

Der eigentliche Betriebserfolg, desgleichen auch die Anlage und Erhaltung der Bahnen wird von einer Reihe Factoren beeinflußt, deren Beachtung und Würdigung zu einem wesentlich günstigeren Gesammterfolge ** führen kann.

Auf die Anlage und Erhaltung, sowie auf den Betrieb nehmen Einfluß:

1. Die Beschaffenheit des Unterbaues.

Gestatten es die Verhältnisse, den Oberbau der Bahn unmittelbar auf den natürlichen Boden zu legen, d. h. können schwierige und kostspielige Holzbauten vermieden werden bei der Ausführung des Unterbaues, so wird nicht nur der einmalige Anlageaufwand, sondern auch die sich wiederholenden Erhaltungsbauten auf das zulässig kleinste Ausmaß eingeschränkt und damit auch gleichzeitig eine unvermeidliche Holzverschwendung vermieden. Auf diesen Umstand ist schon bei Ausmittelung der Trace zu achten und ein Joch- oder Hochbau nach Thunlichkeit selbst dann zu umgehen, wenn hiedurch die gesammte Bahnlänge größer ausfallen sollte. Selbst wenn wir von den Erhaltungskosten absehen, haben Jochconstructionen immer noch den Nachtheil, daß der Oberbau niemals jenen Grad von Festigkeit auf die Dauer behalten wird, wie dies in Strecken der Fall ist, wo derselbe unmittelbar auf den natürlichen Boden gelegt werden kann. Dadurch wird aber in den Strecken mit Hochbau die Betriebssicherheit vermindert und die Möglichkeit zeitraubender Betriebsstörungen erhöht.

Insbesondere bei jenen Waldbahnen, die für eine lange Zeitdauer bestimmt sind, hat ein einfacher Unterbau in Rücksicht des Erhaltungsaufwandes eine hervorragende Bedeutung, während dasselbe Moment bei einer vorübergehenden oder begrenzten Benützungsdauer der Bahnanlage besonders dann eine untergeordnete Rolle spielt, wenn allenfalls die Zeitdauer der Benützung eine derart kurze ist, daß voraussichtlich die zum Baue verwendeten Hölzer nicht ausgewechselt zu werden brauchen. Können zudem die Hölzer in solchen Längendimensionen in Verwendung kommen, daß deren technische Brauchbarkeit nicht wesentlich beeinträchtigt wird, so wird eine Zulastung des Holzwerthes zum Anlageaufwande entfallen können oder es braucht doch nur ein Theilwerth des verwendeten Holzes in die Rentabilitätsberechnung einbezogen zu werden.

2. Die Beschaffenheit des Oberbaues.

Ein guter, zweckmäßiger und solider Oberbau erhöht die Betriebssicherheit und gestattet udem eine größere Fahrgeschwindigkeit und Belastung der Fahrmittel. Von schwerwiegender

---

* Nach Morin kann $f_1 = 0{\cdot}07—0{\cdot}08$ und $f_2 = 0{\cdot}0178—0{\cdot}0210$ gesetzt werden.

** In den Gesammterfolg muß auch der Amortisations-Verzinsungsaufwand der Anlage, sowie das Erforderniß der Erhaltung mit einbezogen werden.

Bedeutung für den Anlageaufwand und somit auch für das Ergebniß des gesammten Betriebserfolges bleibt die richtige Wahl der Spurweite. Mit der zunehmenden Spurweite steigern sich die Kosten der Anlage, ebenso jene der Fahrmittel und des Betriebes, während eine zu kleine Spurweite wieder den nothwendigen Grad der Betriebssicherheit gefährden kann. Jedenfalls muß die gewählte Spurweite dem Zwecke der Gesammtanlage, d. i. dem Umfange und dem Werthe des zu erwartenden Lastentransportes entsprechen.

Die Verwendung von eisernen Schienen erhöht zwar den gesammten Anlageaufwand, vermindert dagegen die Erhaltungskosten und gestattet das Befahren der Bahn mit größeren Lasten. Auch der Rücktransport der Fahrmittel wird mit Rücksicht auf die verminderte Reibung ein günstigeres Ergebniß gewähren, als wenn die hölzernen Laufbäume unmittelbar, also ohne eine Eisenbekleidung dem Transporte dienstbar gemacht werden.

Jedenfalls hat der Entscheidung über die Frage, ob Holz- oder Eisenschienen, und bezüglich der letzteren, von welcher Profilsbeschaffenheit und Dimension, angewendet werden sollen, eine genaue Berechnung des gesammten Anlage-, Erhaltungs- und Betriebsaufwandes voranzugehen, und ist weiters selbstverständlich, daß auch hier nebst der Kostenfrage der Zweck und die Dauer der Anlage mit in Berücksichtigung gezogen werden müssen.

3. Die Länge der Fahrbahn.*

Die Länge der Fahrbahn bedingt zum Theil die Anzahl der täglichen Fahrten und gleichzeitig auch den Umstand, ob die Arbeitszeit im vollen Ausmaße ausgenützt werden kann.

4. Das Gefälle der Fahrbahn.

Unbestreitbar ist die richtige Wahl des Gefälles — vorausgesetzt daß eine solche überhaupt zulässig ist — für einen günstigen Betriebserfolg eine der hauptsächlichsten Bedingungen; denn das Gefälle bestimmt die Anzahl der Fahrten, die auf einer gegebenen Strecke innerhalb einer bestimmten Zeit geleistet werden können. Verhältnißmäßig erheischt die Thalfahrt der beladenen Transportmittel wenig Zeit; dagegen erfordert der Rücktransport der entladenen Wagen je nach Beschaffenheit der Bahn einen bedeutenden Zeit- und Kraftaufwand, so zwar, daß streng genommen der letztere für das gesammte Ergebniß der Lieferung ausschlaggebend ist. Dementsprechend wird der Arbeitsaufwand sich in dem Maße ungünstiger gestalten, als die Fahrmittel auf einer Bahn mit starkem Gefälle rückbefördert werden müssen.

---

* Bei Waldbahnen mit Pferdebetrieb und einem Reibungswiderstande von $^1/_{200}$ kann die Geschwindigkeit des Zugthieres und dementsprechend die Tagesleistung bemessen werden wie folgt:

a) Bei Thalfahrten:

1 %	Durchschnittsgefälle	2·0 m	Fahrgeschwindigkeit per Secunde	24 km	Tagesleistung
2 %	„	1·6 „	„ „ „	20 „	„
3 %	„	1·2 „	„ „ „	15 „	„

b) Bei Bergfahrten:

$^1/_4$ %	Durchschnittssteigung	1·60 m	20 km
$^1/_2$ „	„	1·50 „	18 „
1 „	„	1·35 „	16 „
$1^1/_2$ „	„	1·20 „	14 „
2 „	„	1·00 „	12 „

Hiebei gilt die Voraussetzung, daß die vorhandenen Krümmungen nicht unter 200 m Radius angelegt sind.

Das zulässig kleinste Gefälle, bei dem noch die beladenen Wagen sich selbstthätig fortbewegen, wäre somit das entsprechendste; dieses Gefälle beschränkt aber die Anlage von Rollbahnen auf ein viel zu kleines Gebiet, weil speciell im Gebirge, wo am häufigsten größere Holzmassen nach einer Richtung ausgeliefert werden sollen, mäßige Gefällsverhältnisse auf langen Lieferstrecken selten anzutreffen sind. Für keinen Fall darf aber das Gefälle jene Grenzen überschreiten, an welchen der Rücktransport der entladenen Wagen einen unverhältnißmäßigen Aufwand * erheischt, es wäre denn, daß zum Rücktransporte der Fahrmittel sich Zugthiere ** mit Vortheil verwenden lassen sollten. Immerhin setzt der letztere Fall einerseits eine billige Bespannung, andererseits eine dementsprechende Bahnanlage — ein einfacher Hochbau bleibt jedenfalls ausgeschlossen — voraus.

5. Die Größe und Anzahl der Krümmungen innerhalb der Fahrbahn.

Die Krümmungen der Fahrbahn können, wenn sie nicht zweckmäßig angelegt werden, leicht ein Ausspringen oder Entgleisen des rollenden Materiales herbeiführen, und steigert sich diese Gefahr, je kleiner der Krümmungshalbmesser der Curven wird. Der beladene Wagen darf Krümmungen nur mit begrenzter Fahrgeschwindigkeit durcheilen, damit nicht die Fliehkraft größer werde, als die ihr entgegenwirkende Reibung. Es müssen daher die Wagen in Krümmungen stark gebremst werden, um die Fahrgeschwindigkeit in den zulässigen Grenzen zu erhalten. Es kann aber das Bremsen unter

---

* Unter der Voraussetzung, daß die effective Zugkraft eines starken Pferdes mit 70, jene eines kräftigen Menschen mit 20 kg angenommen wird, berechnet Brettschneider („Forstzeitung" Nr. 29 v. 1883) den Aufwand des Rücktransportes bei dem Widerstandscoefficienten von

$\frac{1}{125}$—$\frac{1}{175}$ bei Schienen von weichem Holz
$\frac{1}{150}$—$\frac{1}{200}$ „ „ „ hartem „
$\frac{1}{200}$—$\frac{1}{300}$ „ Eisen- oder Holzschienen, mit Talg bestrichen.

	Steigung in Procenten								
	0	0·1	0·25	0·5	1	2	3	4	5
	Bruttolast in Metercentnern								
I. Menschenkraft (ein Arbeiter)									
$\frac{1}{150}$	30	26	21	17	12	7	6	4	3
$\frac{1}{200}$	40	33	27	20	13	8	6	4	4
$\frac{1}{250}$	50	40	31	22	14	8	6	5	4
$\frac{1}{300}$	60	46	35	24	15	8	6	5	4
II. Pferdekraft (ein Pferd)									
$\frac{1}{150}$	105	90	75	60	35	26	19	15	12
$\frac{1}{200}$	140	115	95	70	40	28	20	15	13
$\frac{1}{250}$	175	140	110	78	50	29	21	16	13
$\frac{1}{300}$	210	160	120	84	52	30	21	16	13

** Wenn das Gefälle der Bahn 4—5% übersteigt, dann dürfte sich der Rücktransport der leeren Wagen mittelst der Zugthiere in den meisten Fällen als billiger herausstellen, nachdem ja ein Zugthier eine größere Anzahl von Wagen fortzuschaffen vermag.

ungünstigen Verhältnissen, zumal wenn noch überdies das Gefälle der Fahrbahn ein bedeutendes ist, einen solchen Kraftaufwand erheischen, daß dem beladenen Wagen eine größere Anzahl von Arbeitskräften als Begleitmannschaft beigegeben werden muß. Auch der Rücktransport der Fahrmittel erfordert wegen der größeren Reibung in den Krümmungen eine erhöhte Kraftleistung.

Eine Fahrbahn mit wenigen Krümmungen, deren Halbmesser nicht unter jenes Maß, wo eine fühlbare Steigerung der Reibung zwischen den Schienen und dem rollenden Material zu befürchten steht, herabsinken, wird den günstigsten Betriebserfolg gewähren. Holzschienen unterliegen in Krümmungen einer besonders starken Abnützung; es wird somit auch der Erhaltungsaufwand gesteigert, je mehr die Anlage von der Geraden abweicht.

6. Die Fahrgeschwindigkeit und die Art des Rücktransportes der entladenen Fahrmittel.

Die Fahrgeschwindigkeit der beladenen Wagen wird in den meisten Fällen eine bedeutende sein * und daher auch das Zeiterforderniß der Thalfahrt in den unterschiedlichen Lieferstrecken, und zwar mit Rücksicht auf Länge und sonstige Beschaffenheit der Bahn, kein derartiges sein, daß in dieser Richtung der Gesammterfolg in nennenswerther Weise beeinflußt werden könnte. Wohl aber bleibt der Zeitaufwand, beziehungsweise die Fahrgeschwindigkeit, mit der die leeren Wagen nach der Anfangsstation zurückgeführt oder zurückgestoßen werden können, desgleichen der hiefür erforderliche Kraftaufwand ein Factor, von dem der Erfolg wesentlich abhängt. Nun ist aber das eine wie das andere der Ausfluß des Gefälles; ist daher das letztere nicht zu groß, so können die entladenen Wagen mit wenig Arbeitskräften und einer erhöhten Geschwindigkeit an ihren Ausgangspunkt überführt werden, ein Umstand, der sowohl zur Erhöhung der Anzahl der Tagesfahrten, als auch zur Verminderung der erforderlichen Arbeitskräfte und daher zur allgemeinen Steigerung des Betriebserfolges führen wird.

Wenn es überhaupt die Bodenverhältnisse und Beschaffenheit des Unterbaues gestatten, so ist der Rücktransport mit Zugthieren auf jeder Fahrbahn mit größerem Gefälle ** in Erwägung zu ziehen. Nach den gemachten Erfahrungen über die Leistungen der menschlichen und thierischen Kräfte kann ein Arbeiter auf einer horizontalen Rollbahn einen Wagen im Gewichte von 150 kg mit einer Geschwindigkeit von 0·6 m oder einen 400 kg schweren mit der Geschwindigkeit von 0·3 m per Secunde fortstoßen. Der Kraftaufwand, um einen entladenen Rollwagen zurückzuführen, ist nach der bereits mitgetheilten Formel $P = G \sin \alpha + \frac{G}{R}(f r + f')$ zu berechnen und kann die Leistung eines Arbeiters mit 14—20 kg, die eines Pferdes mit 60—70 kg veranschlagt werden. ***

---

* Schwankt zwischen 4—6 m per Secunde.

** Nach Mittheilungen von Brettschneider („Forstzeitung" Nr. 41—44 v. 1883) beträgt die Arbeitsleistung im Durchschnitt auf gut angelegten Waldbahnen mit Stahlschienen oder gut geschmierten Buchenschienen bei zehnstündiger Arbeitszeit einschließlich des Zeitaufwandes für das Auf- und Abladen, der Hin- und Rückfahrt: 60 km für Bahnen mit einem gleichmäßigen Durchschnittsgefälle von 1% und Radien über 200 m, dagegen 48 km, wenn das Gefälle bei sonst gleichen Verhältnissen 2% beträgt, und endlich 36 km bei ungünstigen Richtungsverhältnissen und einem Gefälle von 3%.

*** Auf Waldbahnen vermag ein Zugthier (Pferd) bei einem Reibungswiderstand von $^1/_{200}$ an Bruttolast zu fördern:

bei	0%	Durchschnittsgefälle	140 q
"	$^1/_4$ "	"	95 "
"	$^1/_2$ "	"	70 "
"	1 "	"	40 "
"	$1^1/_2$ "	"	34 "
"	2 "	"	28 "

7. Die zulässige Beladung der Fahrmittel.*

Nachdem das Ausmaß der Wagenladungen mit Rücksicht auf den sonst gleichbleibenden Betriebsaufwand die Kosten des Betriebes wesentlich beeinflußt, so muß die der Beschaffenheit der Bahnanlage und Fahrmittel entsprechende, zulässig größte Ladung angewendet werden.

8. Die Beschaffenheit der Fahrmittel.

Die Wagen müssen von einer solchen Bauart und Beschaffenheit sein, daß sie einerseits die zulässig größte Belastung** aufzunehmen und zu tragen vermögen, während andererseits das todte Gewicht — Wagengewicht — so klein als möglich sein soll; jedoch darf durch diese Rücksicht die Festigkeit und Dauerhaftigkeit der Fahrmittel in keiner Weise beeinträchtigt werden. Das Beladen und Entladen der Wagen darf keinen großen Zeit- und Kraftaufwand erfordern; ebenso soll auch die Handhabung der Bremse keinerlei Schwierigkeiten bereiten, wohl aber muß diese sicher und schnell und mit dem nothwendigen Erfolge arbeiten. Die Achsenreibung ist durch gehöriges Schmieren der Achsen thunlichst zu vermeiden.

Es werden somit an sich feste, dabei aber dem Gewichte nach leichte Fahrmittel mit zweckmäßiger Bremsvorrichtung den besten Betriebserfolg gewähren.

9. Die Beschaffenheit und Lage der beiden Endstationen.

Von der mehr oder minder günstigen Lage und Beschaffenheit der Stationen, beziehungsweise der Auf- und Abladeplätze hängt der Zeitaufwand ab, der zum Be- und Entladen der Fahrmittel nothwendig ist. Speciell bei Nutzholzstücken muß schon bei deren Zulieferung zur Verladestation auf eine zweckmäßige Lagerung gesehen werden, weil ein wiederholtes Ueberlagern oder Zuziehen der schweren Stammstücke einen namhaften Zeit- und Arbeitsaufwand verursacht.

10. Die Beschaffenheit und Menge der abzuliefernden Hölzer.

Selbstverständlich wird der Betriebserfolg verschieden ausfallen, je nachdem lufttrockenes oder frisch geschlagenes Holz überführt werden soll, und je nach der Art, den Dimensionen und Quantitäten der Holzsortimente, die zum Transporte gelangen sollen.

---

* Ein Kurzholzwagen faßt bei 1 m Spurweite circa 3 fm³ 1—2 m langes Drehling- oder Scheitholz und hat ein Bruttogewicht von circa 20 q, ein doppelter Langholzwagen mit einer Beladung von 7 fm³ hat dagegen ein Bruttogewicht von circa 43 q.

** Nach den Berechnungen von Brettschneider („Forstzeitung" Nr. 27, 28, 29, 30 v. 1883) beträgt der Querschnitt des Laderaumes

a) für 1—2 m langes Brennholz bei einer Spurweite von 100 cm 2·252 m²
„ 1—2 „ „ „ „ „ „ „ 75 „ 1·822 „
„ 1—2 „ „ „ „ „ „ „ 50 „ 1·000 „

oder das Ladungsvermögen eines 2 m langen Wagens bei der Spurweite von:

100 cm 4·45 m³ = 16·4 m weiches, bezw. 20·2 m hartes
75 „ 3·64 „ = 13·5 „ „ „ 16·6 „ „
50 „ 2·00 „ = 7·4 „ „ „ 9·1 „ „

b) für 4—8 m lange Stammabschnitte bei einer Spurweite von 100 cm 1·615 m²
„ 4—8 „ „ „ „ „ „ „ 75 „ 1·275 „
„ 4—8 „ „ „ „ „ „ „ 50 „ 0·778 „

oder das Beladungsvermögen eines Doppelwagens, wobei 25, bezw. 20—15% vom Laderaum als Raumverlust in Abzug kommen, bei der Spurweite von:

100 cm 7·266 fm³ = 37 m
75 „ 6·120 „ = 32 „
50 „ 3·966 „ = 21 „ Holz.

11. Die erforderliche Anzahl der Zugbegleitungsmannschaft.

Steil angelegte Bahnen erfordern eine stärkere Bremsung, einen höheren Kraftaufwand beim Rücktransporte der Wagen und daher auch eine größere Anzahl der die Wagen führenden Arbeitermannschaft. Erfahrungsgemäß kann für Waldbahnen mit Menschenbetrieb und einem gleichmäßigen Gefälle von 1—2%, dann Krümmungen, deren Radius nicht unter 200 m fällt, angenommen werden:

1 Arbeiter für zwei Wagen bei Drehling- und Scheiterholztransport,

2 Arbeiter für einen Doppelwagen bei der Ablieferung von 4—6 m langem Klotzholze und

3 Arbeiter für einen Doppelwagen bei der Ausbringung von 10—30 m langen Nutzholzstücken, während bei einem Gefälle von 3% und ungünstigen Krümmungsverhältnissen der Bahntrace die vorstehende Arbeiterzahl je um einen Mann zu vermehren wäre.

12. Die Gewandtheit der Arbeiter und die Art ihrer Vertheilung, Anleitung und Ueberwachung.

Eine gute Vertheilung und Anleitung der Arbeiter ist auch bei dieser Art der Holzlieferung die Hauptbedingung eines günstigen Leistungserfolges; desgleichen muß auch der gesammte Betrieb in verständiger und zweckmäßiger Weise geregelt und überwacht werden.

§. 105. Die Vorzüge und Nachtheile der Waldbahnen.

Die ersteren bestehen:

a) in der billigen Auslieferung der Hölzer gegenüber dem Aufwande, welchen der Holztransport auf den Waldwegen erfordert;
b) in der Möglichkeit, die Hölzer im Sommer ausliefern zu können;
c) in der Einfachheit der Bahnanlage, dann des gesammten Lieferbetriebes;
d) in der Unabhängigkeit von den Witterungseinflüssen.

Als Nachtheile kommen hervorzuheben:

a) die Kostspieligkeit der Anlage, zumal wenn es sich um eine ständige Bahn handelt;
b) die zulässigen Gefällsverhältnisse, welche den Waldbahnen nur ein verhältnißmäßig beschränktes Gebiet eröffnen, und
c) der erschwerte Rücktransport der entladenen Fahrmittel.

Die Anlage einer ständigen Waldbahn dürfte sich empfehlen:

a) in ausgedehnten Forsten, in denen bedeutende Holzmassen nach einer bestimmten Richtung alljährlich zur Auslieferung gelangen,
b) dort, wo eine Straßenanlage mit Rücksicht auf die verfügbare Bespannung den gewünschten Zweck nicht erreichen läßt, das Halten von Zugthieren und die Ausfuhr der Hölzer in eigener Regie aus mehrfachen Gründen sich nicht empfehlen oder als ganz unthunlich herausstellen;
c) unter Bodenverhältnissen, wo der Bahnbau einen bedeutend geringeren Anlageaufwand erheischen sollte, als der Bau eines Fahrweges;
d) in hoch und schwer zugänglichen Plateaux eines Hochgebirgsforstes, in welchem Falle die Hölzer mittelst der Bahnanlage bis an eine anderweitige Holzbringungsanstalt vorgeliefert werden könnten;
e) bei Industriewerken und auf allen größeren Lendplätzen.

Die Anlage einer transportablen Waldbahn der einfachsten Construction wird entsprechen:

a) unter Verhältnissen, wo der Lieferbetrieb nur einige Jahre andauern wird;
b) als Fortsetzung einer ständigen Waldbahnanlage, beziehungsweise als Verbindung der fortschreitenden Aufbereitungsorte mit der Hauptbahn;
c) an Oertlichkeiten, wo der Unterbau für eine ständige Anlage Schwierigkeiten bereitet, während die leichte und billige Beschaffung von Holz für einen hölzernen Unterbau (Hochbau) sprechen sollte; endlich
d) an einem Berghange, dessen Boden zu Abrutschungen hinneigt, wo daher die Herstellung einer Fahrbahn als Unterbau aus Rücksichten für den Bodenschutz unterbleiben muß.

§. 106. Anlageaufwand bei Waldbahnen.

Auf den erforderlichen Kostenaufwand einer Waldbahnanlage nehmen im Allgemeinen Einfluß:

a) die Beschaffenheit des Bodens, ob und welche Erdbewegungen nämlich oder Holzbauten für den Unterbau erforderlich sind;
b) aus welchen Entfernungen das erforderliche Holz beigeschafft werden muß;
c) zu welcher Zeit die Bahn gebaut wird;
d) ob irgend welche Objecte und in welchen Dimensionen dieselben herzustellen sind;
e) ob man über geschulte Arbeiter verfügt, und
f) von welcher Art und Dimension, beziehungsweise mit welcher Spurweite die Bahn angelegt werden soll, ob Holz- oder Eisenschienen, Quer- oder Langschwellen angewendet werden sollen, und welchen Festigkeitsgrad der geplante Lastentransport erheischt.

Eine Holzbahn mit Langschwellen aus Hartholz, welch' letztere auf quer angebrachte Unterlaghölzer gelegt und mit entsprechenden Führungslatten verbunden werden sollen, erfordert einschließlich der Kosten für die Beischaffung der erforderlichen Hölzer auf eine mittlere Entfernung von 100 m per Längenmeter an Aufwand

a) wenn der Rücktransport der Fahrmittel mittelst Menschenhand geplant wird . . . . . 1—2 Tagschichten
b) wenn zu dem gedachten Zweck Zugthiere verwendet werden sollen . . . . . 1·5—3·0 „

Eine transportable Holzbahn mit der Spurweite von 70—100 cm und der einfachsten Construction erfordert per Längenmeter . . . . . 0·05—0·1 Tagschichten

Eine Waldbahn mit Eisenschienen und einer 100 cm breiten Spurweite erfordert bei Anwendung von

Langschwellen . . . . . 1·6—2·2 Tagschichten
Querschwellen . . . . . 1·3—2·0 „

Zu dem Arbeitsaufwande ist sodann noch der Werth des Holzes, der Eisenschienen und der Fahrmittel hinzuzurechnen. Mit der Anlage einer Bahn soll womöglich am höchst gelegenen Punkte begonnen und thalabwärts vorgegangen werden. Dem Unterbau hat der Oberbau sogleich zu folgen und sind die erforderlichen Hölzer mittelst der Bahn zu den Bedarfstellen zuzuführen. Gleichzeitig wird die Betriebsfähigkeit der Anlage auf diese Weise ausgeprobt und es können fehlerhafte Herstellungen im Ober- und Unterbau — wenn der letztere nicht zu weit fortgeschritten ist — sogleich und ohne einen wesentlichen Mehraufwand beseitigt werden.

Für größere Anlagen können folgende Einheitssätze benützt werden:

a) Unterbau.

1. Bezüglich des Aufwandes für den Unterbau, und zwar für Erdarbeiten und Felsensprengungen verweisen wir auf §. 91 und mit Rücksicht auf ein allfälliges Erforderniß von Faschinenbau und Rasenbekleidungen oder Holzbauten auf die §§. 230 bis 239, Tabelle XXXIV—XLIII.

b) Oberbauarbeiten. *

2. Einen Currentmeter Querschwellen aus 15—20 cm starkem Rundholze erzeugen, an zwei Seiten behauen, erfordert einschließlich des Lagerns 0·025 fm³ rohes Holz und an Arbeitsaufwand beim harten Holz 0·055 Z. + 0·005 H. + 10% R.
„ weichen „ 0·040 „ + 0·005 „ + 10 „ „

3. Das einfache Abschneiden der fertigen Querschwellen und das Lagern erfordert per Stück 0·002 Z. + 0·006 H. + 10% R.

4. Einen Currentmeter Langschwellen aus 20—30 cm starkem Rundholze erzeugen, eine Seite mit einer Neigung von $^1/_{10}$—$^1/_{20}$ rein, die zweite dagegen rauh behauen erfordert 0·05 fm³ rohes Holz und
0·07 Z. + 0·005 H. + 10% R. beim weichen
0·09 „ + 0·006 „ + 10 „ „ „ harten Holze.

5. Einen Currentmeter 6/6, 6/8, 8/8, 8/10 oder 10/10 cm starke Holzschienen von 4—6 m langen Buchen- oder Ahornklötzen aus dem Splintholze herausschneiden, die erzeugten Schienen lagern, eindecken und beschweren erfordert unter der Voraussetzung einer 30% Schnittmaterialausbeute 0·021 rohes Holz und 0·025 Z.

6. Einen Currentmeter Oberbau (Holzgeleise) herstellen, beziehungsweise Anarbeiten und Legen der Langschwellen und Schienen aus Hartholz, das Annageln der letzteren und Anschärfen der oberen Kanten erfordert 0·05 B. + 0·05 H. + 15% R.

7. Ein m² zwei- bis dreimaligen Anstriches der Holzbestandtheile des Oberbaues mit einer Theercomposition erfordert 0·08 H. + 5% R.

8. Der Aufwand für das Vertheilen des Oberbaumateriales, beziehungsweise für das Verführen der Schwellen, Schienen und des Verbindungsmateriales kann per Currentmeter mit 0·04 H. + 5% R. veranschlagt werden.

9. Das Bohren und Nageln der Schienen nach der festgesetzten Geleisweite, das Richten und Anschrauben der Laschen erfordert per Currentmeter 0·05 B. + 0·06 H. + 15% R.

10. Das allfällige Biegen von 4·5—9 kg schweren Stahlschienen erheischt per Stück 0·02 H. + 10% R.

11. Einen Currentmeter Bahn-Niveau mit Rücksicht auf die örtlichen Ueberhöhungen durch Visiren, Heben und Unterkrampen mit Schotter herstellen erfordert 0·02 B. + 0·05 H. + 15% R.

12. Einen Currentmeter Bettungskörper planiren einschließlich der Herstellung der Banquette erheischt 0·03 H. + 10% R.

13. Das Auswechseln von Querschwellen erfordert per Stück 0·2 Tagschichten, während die Erneuerung von Schienen einschließlich des Festnagelns mit 0·05 Tagschichten per laufenden Currentmeter zu veranschlagen ist.

14. Das Ausziehen und Wiedereintreiben eines Schienennagels oder Hakens erfordert per Stück 0·02 Tagschichten.

15. Das Anziehen der Bolzen und Haken erfordert per Currentmeter 0·015 Tagschichten.

---

* Nach Angaben von Brettschneider („Forstzeitung" 1883, Nr. 36), wobei Z. = Zimmermannstagschichten, H. = Handlangertagschichten, B. = Bahnarbeiter, R. = Aufwand für Aufsicht und Requisiten bedeutet.

16. Das Erneuern von Buchenschienen einschließlich deren Wiederbefestigung mit Nägeln erfordert per Currentmeter 0·025 Tagschicht.

17. Das Anarbeiten der Langschwellen und Zusammenfügen der Geleise erfordert per laufenden Meter 0·08 Tagschicht.

18. Ein Currentmeter Planie des Bettungskörpers nach erfolgter Schwellenauswechslung sammt Herstellung der Banquette erfordert 0·03 Tagschicht + 10% R.

19. Das Einlegen des Rostes für eine Kreuzung einschließlich der Befestigung aller Wechselbestandtheile, sowie der erforderlichen Ausrichtung und Einschotterung kann per Stück bemessen werden mit 3·5 B. + 3·0 H. + 15% R., während das Legen und Montiren einer hölzernen Drehscheibe mit 3·0 Z. + 0·5 H. + 15% R. und einer eisernen mit 2 B. + 0·5 H. + 15% R. zu veranschlagen ist.

c) Betriebsmittel.

Das Abbinden, Beschlagen und vollständige Zusammenstellen eines doppelten Langholztransportwagens mit Drehschemel aus Eichenholz erfordert per Stück 4·25 Z. + 15% R., während der Herstellungsaufwand für einen Kurzholztransportwagen mit 3·10 Z. + 15% R. zu bemessen ist.

d) Materialerforderniß.

Für Waldbahnen, die entweder durch menschliche oder durch animalische Kraft betrieben werden sollen, empfehlen sich entweder Querschwellen mit Vignoles-Schienen von Stahl im Gewichte von 4·5—6·5 kg per laufenden Meter oder Langschwellen auf Querschwellen mit 8/8—8/10—10/10 cm starken Buchen- oder Ahornschienen.

Das Querschwellensystem erfordert für ein 6 m langes Bahnfach an Material:* 0·78 q Stahlschienen, 2 Paar Laschen 3 kg, 8 Bolzen 1·2 kg, 26 Schienennägel 1·6 kg, 7 Stück 1 m lange, 0·1 m hohe und 0·15 m breite Querschwellen.

Das Langschwellensystem erfordert dagegen für ein gleich langes Bahnfach:

4·5 Stück 1·8 m lange, 0·15 m hohe und 0·20 m breite Querschwellen im Massengehalte von 0·25 fm³, 12 m Langschwellen aus 20—30 cm starkem Rundholze, 12 m 8/8 cm starke Ahorn- oder Buchenschienen mit 0·077 fm³ Massengehalt, 24 Stück Schienennägel 0·96 kg, 4 Stück Schrauben 1·60 kg.

§. 107. Rollbahn System Stepischnigg.**

Das Rollbahn System Stepischnigg besteht in seiner gesammten Anlage aus Holz und wurde zum Behufe der Holzausbringung aus einem Walde im Rhodopegebirge südlich von Philippopel durch den Bahnbauunternehmer Max Stepischnigg aus Cilli in Steiermark gebaut und in Betrieb gesetzt. Die Bahn hat eine Gesammtlänge von 12 km, ein wechselndes Gefälle von 5—10% und überwindet Krümmungen mit einem Halbmesser bis zu 30 m. Der Unterbau gleicht jenem der gewöhnlichen Riesen, wobei die Terrain-

* Die Rollbahn des Beslinacer Berg- und Hüttenwerkes im Banal-Districte der Militärgrenze erforderte nach den Mittheilungen des Oberförsters Pansa („Oesterreichische Vierteljahresschrift," 1883, IV. Quartal) an Material für einen km Bahnlänge: 16·594 kg Schienen, 334 Stück Laschen, 4000 Stück Hakennägel, 667 Stück Schraubenbolzen im Gewichte von 541 kg, 1000 Querschwellen 1·2 m lang, 15 cm breit und 15—20 cm hoch per 30·6 fm³.

** „Eine Rollbahn. Ein Beitrag zur Kenntniß verschiedener Holzlieferungs-Einrichtungen," „Oesterreichische Monatsschrift," 1875, p. 263.

verhältnisse ausgenützt erscheinen, während alle größeren Einschnitte und kostspieligen Massenbewegungen — Felsensprengungen — vermieden worden sind. Die Ueberbrückungen bestehen aus Baumstämmen, die quer über den Wasserlauf gelegt und nach Erforderniß durch Streben versteift worden sind. Den Oberbau bilden Querschwellen, und zwar Haupt- und Mittelschwellen, die gleichzeitig den Langschwellen oder Leitbäumen als Träger dienen. Die Hauptschwellen erhielten eine rohe zweiseitige Bezimmerung und wurden in Abständen von 8 m gelegt, während zwischen zwei Hauptschwellen zwei rund belassene Mittelschwellen eingeschaltet worden sind.

Die Hauptschwellen hatten eine Auflagebreite von 20 cm, die Mittelschwellen einen mittleren Durchmesser von 12 cm; während auf den ersteren die Leitbäume befestigt wurden, hatten die letzteren die Bestimmung, als Stützen zu dienen, weswegen sie auch mit den Langschwellen oder Leitbäumen in keinerlei Verbindung gebracht worden sind. Die Leitbäume wurden an der oberen Fläche abgerundet, sodann in die Hauptschwellen eingelassen und mit hölzernen Nägeln und Keilen entsprechend befestigt. Wo der Oberbau nicht unmittelbar auf den natürlichen Boden gelegt werden konnte, sind zwischen den Leitbäumen zwei Laufdielen aus Brettern oder Schwarten mit Holznägeln an die Querschwellen oder Unterlaghölzer befestigt worden, die sodann dem Arbeiter beim Rücktransporte der entladenen Wagen als Pfad dienten.

Die Spurweite oder innere lichte Weite der Leitbäume betrug 1·2 m, und sind letztere gleichzeitig die Schienen, auf denen die Wagen sich fortbewegten. Die Wagen waren aus vier hölzernen Rädern a (Fig. 58, 59, 60, Grundriß und zwei Ansichten eines Wagens sammt Unterbau), aus zwei eisernen Achsen und einem hölzernen Obergestelle zusammengesetzt. Die Räder wurden an Ort und Stelle auf einer einfachen Drehbank aus Buchenholz hergestellt, hatten eine Länge von 30 cm, einen Durchmesser von 25 cm und ragten die eisernen Achsen um 15 cm beiderseits über die Radfläche hervor. In der Mitte des Rades war eine Achsenbüchse von Eisenblech mit dem Durchmesser von 5 cm befestigt und durch einen eisernen Ring mit dem hölzernen Radkörper in Verbindung gebracht. Von einem besonderen Vortheile ist der Umstand, daß die Räder sich nicht allein um ihre Achse, sondern auch seitlich verschieben können, wodurch kleine Abweichungen in der Spurweite ohne jede Gefährdung des Betriebes überwunden werden.

Auf den eisernen Achsen ruht das eigentliche Wagengestelle aus 10/10 cm vierkantig bezimmertem Holz und in der Mitte der mit Eisennägeln beschlagene und bewegliche Kippstock. Die Breite des Wagens ist 0·9 m, die Länge 1·65 m, die Entfernung der Achsen bei den zum Langholztransporte bestimmten Wagen — wo die Ladung auf zwei Wagen ruht — beträgt 0·85 cm, während jene Wagen, die für eine Verführung des kurzen Holzes bestimmt waren, eine Achsenentfernung von 2 m erhielten. Die letzteren wurden mit zwei drehbaren Kippstöcken versehen. Als Bremse diente ein einfacher 10 cm starker Eichenklotz, der mit einem Hebel an die beiden rückwärtigen Räder fest angedrückt werden konnte; es hatte diese Bremse aus dem Grunde den entsprechenden Erfolg, weil sie gleichzeitig auf die vier Flächen der zwei Räder wirken konnte.

Die Wagenladung betrug im großen Durchschnitt 1 fm^3 weiches Holz. Nachdem sowohl für die Fortbewegung auf horizontalen Strecken und die Bremsung im Gefälle, als auch für den Rücktransport der Wagen vier Arbeiter benöthigt wurden, so berechnet sich das Arbeitserforderniß mit Rücksicht darauf, daß die Bahnstrecke bei 5 km Länge viermal, bei 7 km zweimal und bei 12 km nur einmal per Tag befahren werden konnte, auf 0·33 Tagschicht per fm^3 und km Bahnstrecke für längere Strecken und auf 0·2 Tag-

schicht per fm³ und km Bahnstrecke für kürzere Fahrstrecken.* Die Anlagekosten dieser Bahn erforderten im Durchschnitt der Gesammtlänge, einschließlich der Anschaffung des Fahrparkes von circa 80 Wagen, einen Aufwand von 1 Tagschicht per laufenden Meter.

Das Betriebsergebniß war daher kein günstiges, und ist die Ursache hievon theils auf die primitive Anlage, ganz besonders aber auf die ungünstigen Gefällsverhältnisse zurückzuführen. Das Gefälle war nicht ausgeglichen und hatte die Fahrbahn sogar an vielen Stellen eine bedeutende Gegensteigung, weshalb für den Hin- und Rücktransport der Wagen vier Arbeitskräfte in Anspruch genommen werden mußten.

Der Anlageaufwand dagegen stellte sich verhältnißmäßig günstig, ist aber wegen der eben dadurch hervorgerufenen Betriebsschwierigkeiten nicht begründet. Eine entsprechende Gefällsausgleichung hätte allerdings den Anlageaufwand erhöht, gewiß aber auch zu einer wesentlichen Abminderung der Betriebskosten beigetragen. Unbestritten verdient diese Anlage wegen ihrer Einfachheit, wegen der leichten Herstellung der Fahrmittel in allen hoch und schwer zugänglichen Gebirgsforsten Beachtung, wenn es sich um den Bau einer transportablen Waldbahn handeln sollte. Als sehr zweckmäßig ist besonders hervorzuheben, daß kleine Abweichungen in der Spurweite — die bei allen einfachen Waldbahnen nach längerem Betriebe unvermeidlich sind — in Folge der eigenthümlichen Befestigung der Räder auf den Achsen keine Betriebsstörungen verursachen konnten.

§. 108. Die Waldbahn im Schlierenthal.**

Die Waldbahn in Segelmatten und Finsterwald, Bezirk Alpnach in der Schweiz, ist zu Anfang der Siebzigerjahre erbaut und in Betrieb gesetzt worden. Die gesammte Anlage hatte annähernd eine Länge von 4—5 km und war eine Strecke von circa 1 km mit dem Gefälle von 18%, der Rest der Bahn dagegen mit dem Durchschnittsgefälle von 4% hergestellt. Der Unterbau bestand aus unterlegten, verkeilten und verstrebten Rundholzstücken (Fig. 61 a, b) und dort, wo ein Hochbau ob der Terrainbeschaffenheit unausweichlich war, aus Jochen oder Böcken der verschiedensten Construction, welche nach Erforderniß mit Seiten- und Querstreben (Fig. 61 c) versteift waren.

Die Langschwellen des Oberbaues ruhten auf den Jochen oder auf einfachen Querschwellen (Fig. 62 a), die am Boden in Entfernungen von 3—5 m gelegt und nach Bedarf noch durch unterlegte Klötze, Steine u. dgl. auf einer oder auf beiden Seiten gehoben wurden. Die Verbindung der Langschwellen oder Leitbäume mit den untergelegten Querschwellen erreichte man durch entsprechendes Einlassen und mittelst vorgeschlagener Keile, wie dies in Fig. 62 c und d dargestellt erscheint. Die Langschwellen hatten eine Länge von 6—9 m, wurden vierkantig bezimmert und erhielten an jenen Stellen, wo sie auf Endschwellen ruhten, einen Querschnitt von 7/7—8/8 cm, dagegen dort, wo die Fahrbahn über Joche führte, einen solchen von 18 cm Höhe und 9 cm Breite. Im letzteren Falle

---

* Forstdirector Freiherr v. Berg berechnet das Transportkosten-Erforderniß einschließlich der Bahnerhaltung mit 22·5 kr. Silber per fm³ und km. Die 7 km lange Rollbahn des Beslinaćer Berg- und Hüttenwerkes (siehe „Oesterreichische Vierteljahrsschrift", 1883, IV. Quartal) hat eine Spurweite von 63 cm, ein wechselndes Gefälle mit 20%iger Gefällsgrenze und Curven nicht unter 10 m und gestattet per Tag eine dreimalige Fahrt.

** „Die Drahtseilriese mit besonderer Berücksichtigung der Holztransport-Einrichtung im kleinen Schlierenthale," von J. Fankhauser, 1872, p. 12. — Exner: „Das moderne Transportwesen," p. 120.

wurden die Langschwellen (Fig. 62 b) noch überdies in Abständen von circa 75 cm durch 5 cm dicke und 10 cm breite Querhölzer untereinander verbunden, die gleichzeitig in diesen Strecken den Arbeitern die Laufbretter ersetzen sollten.

Der Holzbedarf für den Oberbau, d. i. für die Querschwellen und für die 7/7—8/8 cm starken Langschwellen, betrug per Currentmeter 0·09—0·1 fm³, während derselbe bei den 18/9 cm Langschwellen, gleichfalls ohne das Erforderniß an Holz für den Unterbau, zwischen 0·13—0·14 fm³ schwankte. Die Langschwellen dienen gleichzeitig als Schienen, haben eine Spurweite von 90 cm und sind an ihren Endpunkten mit den Querschwellen fest verschraubt.

Als Fahrmittel wurden vierräderige, 2·7 m lange und 1·1 m breite Rollwagen (Fig. 63) benützt, deren Räder entweder aus Holz mit Eisenbeschlag (Fig. 63 d) oder ganz aus Gußeisen (e) bestehen. Die ersteren sind zwar leichter, die letzteren aber dauerhafter und betriebssicherer. Die Räder haben einen Durchmesser von 50 cm, einen 2 cm dicken und 5 cm breiten Spurkranz und eine 3 cm starke schmiedeiserne Achse. Auf den zwei Achsen ruht das Wagengestell aus Holz, bestehend aus 2 Stück 10/20 cm starken Langhölzern a (Fig. 63), die durch zwei Querstreben b untereinander verbunden sind, und aus den vier Sattelhölzern c. Der unbeladene Wagen hat ein Gewicht von 180—200 kg, gestattet eine Ladung von 1 fm³ Holz per Fahrt, und genügen zur Bedienung der Bremse bei der Thalfahrt und dem Rücktransporte der entladenen Wagen per Wagen zwei Arbeiter. Das Bremsen geschieht in der Weise, daß von der Begleitmannschaft, die rückwärts auf dem Wagen steht, zwei lange Stangen in Form eines Hebels an das vordere Räderpaar nach Erforderniß mehr oder minder stark angepreßt werden.

Auf der Strecke mit dem Gefälle von 4% bewegten sich die beladenen Wagen mit einer Geschwindigkeit von 2 m per Secunde. Der Rücktransport der Wagen erfolgte auf dieser Theilstrecke durch Arbeiter, während zur Rückbeförderung der Fahrmittel auf der mit 18% angelegten Fahrbahn ein Locomobile und ein Drahtseil verwendet wurde.

Nach der Mittheilung von Fankhauser stellt sich das Arbeitserforderniß für einen fm³ Holz einschließlich der laufenden Bahnerhaltungsarbeiten auf der circa 3 km langen Strecke mit dem Gefälle von 4% auf 0·6 Tagschicht und auf die nur 1 km lange Theilstrecke mit dem Gefälle von 18% gleichfalls auf 0·6 Tagschicht oder für die Gesammtanlage auf 1·2 Tagschichten per fm³. Im Durchschnitt berechnet sich somit der Transportaufwand per km und fm³ auf 0·2 Tagschicht in der günstigen, auf 0·6 Tagschicht in der ungünstigen und auf 0·3 Tagschicht im Mittel beider Strecken.

§. 109. Die Idrianer Rollbahn.*

In den Gebirgsforsten Idrias sind schon in der Mitte der Zwanzigerjahre zum Holztransporte Waldbahnen, die ganz aus Holz hergestellt waren, mit Vortheil verwendet worden. Der Oberbau war aus Querschwellen hergestellt, die je nach Beschaffenheit des Terrains entweder unmittelbar auf den Boden zu liegen kamen oder auf entsprechend verstrebten oder versteiften Holzjochen ruhten. Die Querschwellen sind auch bei diesem Systeme nur die Träger der Langschwellen oder Leitbäume. In jenen Strecken, wo die Fahrbahn im natürlichen Niveau lag, ruhten die Langschwellen nur an ihren

* „Monatsschrift des Reichsforstvereines," Jahrgang 1856, VI. Band, 3. Heft.

Endpunkten auf Querschwellen, erhielten jedoch eine weitere Unterstützung in der Mitte, wenn die Bahn über den Boden hinweggeführt werden mußte; im letzteren Falle sind noch überdies zwischen den Langschwellen für die Bedienungsmannschaft ein roh bezimmerter Laufbaum oder zwei stärkere Lattenbäume eingelegt worden. Die Langschwellen hatten eine Länge von 5·7—7·6 m, eine Stärke von 25—40 cm und waren auf der oberen und der nach innen gekehrten Seite rechtwinkelig und glatt behauen. Die Spurweite war 342 mm.

Die Fahrmittel sind der Construction eines gewöhnlichen Frachtwagens nachgebildet, haben vier gußeiserne Räder von 210 mm Durchmesser und einer Felgenbreite von 52·7 mm. Die beiden Radachsen sind durch eine 1·3 m messende Langwied verbunden und tragen vier kleine Führungsräder (Leitradeln) von 79 mm Länge und 40 mm Stärke. Diese Führungsräder sind an den Wagenachsen in einer solchen Abstandsweite angebracht, daß sie bei der Fortbewegung des Wagens sich um ihre eigene senkrecht gestellte Achse drehen können, während sie gleichzeitig an der Innenseite der Langschwellen fortrollen und auf diese Weise die fehlenden Spurkränze der Räder ersetzen, beziehungsweise ein Entgleisen der Wagen verhüten sollen. Auch dienen die Führungsräder zum Bremsen des Wagens, indem dieser durch die Arbeiter seitlich gedrückt wird, wodurch die an dieser Seite angebrachten Leitradeln an die innere Wandung des einen Leitbaumes je nach Bedarf mehr oder minder stark angepreßt werden. Das Maximalgewicht eines entladenen Wagens beträgt höchstens 56 kg und die zulässige Belastung 336 kg oder 0·33 bis 0·37 fm³ Holz. Für die Fortbewegung des beladenen Wagens reicht ein Arbeiter hin und sind nur an schwierigen Stellen mit Gegengefälle zwei Arbeiter erforderlich.

Dieses ältere System der Anlage wurde zu Anfang der Fünfzigerjahre durch den Forstbeamten Fiedler in der Weise reconstruirt, daß er den zureichend festen Ober- und Unterbau in seiner ursprünglichen Form beließ, dagegen an Stelle der Holz- Eisenschienen einführte. Es ging derselbe hiebei von der richtigen Voraussetzung aus, daß durch die verminderte Reibung auf den Eisenschienen die Leistung auf das Zwei- bis Dreifache erhöht werden könne. Als Schienen wurde Flacheisen von 30 mm Breite und 3 mm Dicke verwendet und in Abständen von 45—60 cm durch Nägel, deren Köpfe bis zur Schienenoberfläche versenkt wurden, auf die Langschwellen oder Leitbäume befestigt.

Die Schienen gelangen je nach Beschaffenheit der vorhandenen Curven in einer Länge von 60—180 cm in Verwendung und ist die Spurweite auf 62½ cm vergrößert worden. Die Wagenräder und Achsen (Fig. 64 und 65) sind von Eisen, die übrigen Wagenbestandtheile aus Buchenholz. Die Traghölzer messen 90—105 cm und die Räder sind auf eine Entfernung von 1·2 m gestellt. Dieselben haben einen Durchmesser von 30 cm und eine Lauffläche von 5 cm Breite. Der kleine Durchmesser der Räder erleichtert die Verladung der Hölzer und setzt die Schwerpunktshöhe herab, ein Umstand, welcher mit Rücksicht auf die kleine Spurweite wesentlich zur Sicherheit des Betriebes beitrug. Die Spurkranzweite tritt um 32·5 mm über die Lauffläche des Rades hervor. Die zulässige Ladung für einen Arbeiter beträgt per Wagen bei horizontaler Bahn oder einer Gegensteigung von 1·4% auf langen und 2·8% auf kurzen Strecken 8—11 q oder 0·7—1·0 fm³ Holz, während der Wagen selbst ein Gewicht von 50—60 kg hat.

An der Achse der rückwärtigen Räder ist ein beweglicher eiserner Hebel angebracht, der durch eine eiserne Stange mit der Deichsel in Verbindung steht. An dem einen Arme des Hebels hängt an einer Kette der Bremsbalken mit den Bremsbacken, die in Folge der Hebelwirkung an die Räder gepreßt werden, wenn die Wagendeichsel vom

Arbeiter emporgehoben wird. Diese einfache Bremsvorrichtung gestattet gleichfalls wie bei der älteren Wagenconstruction die entsprechende Bremsung durch den Arbeiter, und zwar ohne Unterbrechung der Fahrt.

Arbeitsaufwand.

Nach den Erfahrungen zu Idria hat sich das Arbeitserforderniß auf den Bahnen, und zwar bei 2 m langen Rundholzstöcken (Drehlingen) folgendermaßen gestaltet:

a) Das Verladen und Ausbringen einer Holzmasse von circa 630 fm³ auf einer Bahnstrecke von 250 m Länge, deren Gefälle auf einer Theilstrecke von 100 m 5·5%, auf dem restlichen Theile jedoch 8·3% betrug, erforderte einen Arbeitsaufwand von 117 Tagschichten. Hieraus berechnet sich ein Arbeitsaufwand von 0·74 Tagschicht per fm³ und per km Fahrbahn.

b) Auf einer zweiten Bahnanlage, deren durchschnittliches Gefälle 1·4% bei einer Fahrbahnlänge von 470 m betrug, berechnete sich der Aufwand für das Verladen und Abführen bei einem Gesammtlieferquantum von 2366 fm³ auf 0·14 Tagschicht per fm³ oder, auf den km reducirt, auf 0·29 Tagschicht per fm³. Von diesem Aufwande entfiel die Hälfte auf das Verladen des Holzes.

c) Eine 800 m lange Strecke, die zu der Abfuhr von 1400 fm³ benützt worden ist, erheischte ein Arbeitserforderniß per km und fm³ von 0·37 Tagschicht.

d) Bei den günstigeren Gefällsverhältnissen berechnete sich die Fahrgeschwindigkeit im Mittel der Hin- und Rückfahrt auf 0·25—0·30 m per Secunde.

e) Die Herstellung der Holzbestandtheile eines Wagens, dessen Dauer mit 10—15 Jahren veranschlagt werden kann, erfordert 4 Tagschichten, und die Anlage der Bahn im großen Durchschnitte 0·5 Tagschicht per laufenden Meter, zu welchem Aufwande noch der Werth des erforderlichen Holzes und der Eisenschienen hinzuzurechnen ist.

f) Bestehende Holzriesen, wenn deren Gefälle 5% nicht übersteigt, können ohne Schwierigkeit dauernd oder vorübergehend in eine Rollbahn nach dem Idrianer System umgewandelt werden. Die Riese wird als Unterbau verwendet und kommen die Querschwellen auf die oberen Riesbäume zu liegen.

§. 110. Rollbahn auf der Löwenfeld'schen Herrschaft Rathschach in Krain.*

Diese Bahn ist im Jahre 1874 dem Betriebe übergeben worden und wurde zu deren Anlage ein bereits bestandener Weg benützt. Die Bahnlänge beträgt 4171·2 m, das Gefälle schwankt zwischen 2 und 5·5% und ist im Mittel 3·4%; die Halbmesser der Curven bewegen sich zwischen 19—47 m und liegt in den Krümmungen der äußere Leitbaum um 26 mm höher als der innere.

Die Spurweite wurde mit 848 mm festgesetzt. Den Unterbau bilden 237—263 mm starke halbrunde Querschwellen, deren Länge 1·5 m beträgt, die in Abständen von circa 1·3 m auf den Weg gelegt worden sind. Die Langschwellen oder Leitbäume haben einen quadratischen Querschnitt von 132 mm und eine Durchschnittslänge von 3·8 m.

Die Leitbäume sind auf den Querschwellen mit Holznägeln aus Eichenholz derart befestigt, daß die obere Fläche derselben eine kleine Neigung gegen die Bahnachse erhält.

---

* „Das moderne Transportwesen," von Regierungsrath Dr. W. F. Exner, p. 128.

während sie in ihrem Zusammentreffen einfach übereinandergeplattet sind. Die Langschwellen tragen an der inneren Kante 45·9 mm breite und 4·4 mm dicke Flachschienen. Der erste Versuch, die Schienen auf den Langschwellen mittelst Holzschrauben zu festigen, mißlang und wurden die letzteren durch schmiedeiserne, konisch geformte Nägel ersetzt.

Die Wagen haben Schalengußräder mit dem Durchmesser von 316—395 mm und sind auf die schmiedeisernen 53—66 mm starken Achsen fest aufgekeilt, während das auf den Achsen ruhende Gestelle (Fig. 66) aus Eichenholz angefertigt wurde, weil Lärchenholz zu diesem Zwecke nicht entsprochen hatte. Das Gewicht eines leeren Wagens einschließlich der Band- und Koppelketten betrug 390 kg. Die Tragfähigkeit eines solchen Wagens wurde mit 3920 kg berechnet, während seine thatsächliche Belastung höchstens 2000 kg erreichte.

Die beladenen Wagen rollen selbstthätig und erfordern nur per Wagen einen Arbeiter zur Handhabung der Bremse a, deren Wirkung, wie aus Fig. 66 zu entnehmen ist, sich auf alle vier Räder erstreckt. Der Rücktransport der entladenen Fahrmittel wird mittelst Anwendung von Zugthieren bewerkstelligt, und vermag ein Pferd drei Wagen im günstigen und ein bis zwei im starken Gefälle aufwärts zu ziehen. Die Wagen konnten bis 1·6 m Höhe beladen werden.

Arbeitsaufwand.

Der erforderliche Anlage- und Betriebsaufwand stellt sich bei dieser Art von Rollbahn nach den Angaben des Erbauers, Forstmeister Moriz Scheyer, folgendermaßen:

Der Bauaufwand.

a) ein Currentmeter Oberbau einschließlich des Annagelns der vorgebohrten Flachschienen erforderte . . . . . 0·87 Tagschicht
Ein Kubikmeter Erdabgrabung ohne Verführung des Materiales 0·16 „
mit Verführung der Abtragsmassen auf 10—40 m . . . . . 0·34 „

Die 2·7—3·0 m langen Schienen wurden in Abständen von 45 cm angebohrt und erforderte die Herstellung eines solchen Bohrloches einen
Aufwand von . . . . . 0·008 Tagschicht
daher per Currentmeter Fahrbahn . . . . . 0·035 „

An Holz wurde per laufenden Meter Fahrbahn 0·125 fm³ benöthigt und hatten die Flachschienen ein Gewicht per laufenden Meter Fahrbahn von 4·72 kg.

Im großen Durchschnitt hat sich der gesammte Anlageaufwand mit Ausschluß der Kosten für Holz- und Schienenmaterial auf 0·9 Tagschicht per laufenden Meter Fahrbahn berechnet, während die Bahnerhaltungskosten mit 0·17—0·29 Tagschicht per Jahr und laufenden Meter veranschlagt werden können.

Das Betriebsergebniß.

b) Die Wagenladung betrug per Fahrt 3·5—4·5, daher im Mittel 4·0 fm³ und erforderte somit 1 fm³ einen Arbeitsaufwand von 0·04 Tagschicht mehr 0·02 einspännige Fahrschicht.

c) Die Strecke per 4171·2 m konnte in einer dreizehnstündigen Arbeitsschicht sechsmal befahren werden.

d) Die Querschwellen mußten nach einer dreijährigen Verwendung ausgewechselt werden, während die Langschwellen länger verwendbar blieben.

e) Der Radabstand von 1·5 m und die Breite der Lauffläche hatten sich während des Betriebes als zu klein erwiesen und wären daher bei einer neuen Anlage entsprechend zu vergrößern.

§. 111. Rollbahn System Lo-Presti. *

Auf der Erzherzog Albrecht'schen Domäne Teschen in Oesterreichisch-Schlesien ist eine Rollbahn nach dem System Lo-Presti in einer Gesammtlänge von 1792 m (im Jahre 1868) erbaut und durch längere Zeit betrieben worden. Das Gefälle betrug im Durchschnitt 5·5% und erreichte in einzelnen 50—60 m langen Strecken 7—8%, während in zwei kurzen Stellen sogar ein Gegengefälle von 3% vorhanden war. Krümmungen hatte die gesammte Anlage 14, und zwar fünf Curven mit einem Krümmungshalbmesser von 15 m und neun mit einem solchen von 7·6—11·4 m. Der Unterbau besteht in seiner Wesenheit in der Herstellung von einfachen hölzernen Stützbauten, worauf der Oberbau zu liegen kommt. Erdbewegungen und Terrainausgleichungen wurden auf das geringste Maß eingeschränkt, nachdem der Oberbau sich thunlichst an das gegebene Terrain anschließt.

Der Oberbau besteht aus einem vierkantig bezimmerten 28·5/25·5 cm starken Balken a (Fig. 67), der an den beiden Kanten seiner oberen Fläche 2·6 cm breite und 8·8 mm dicke Flachschienen b trägt. Die Schienen haben im Querschnitt eine solche Form, daß die zur Befestigung angewendeten Nägel c in keinerlei Weise den Betrieb behindern können, die gelockerten Nägel werden im Gegentheil durch die darüber rollenden Radkränze wieder befestigt. Die Fahrbahnbalken haben eine gewöhnliche Länge von 5·7 m und sind untereinander in der aus Fig. 67 d ersichtlichen Form verbunden. Die Spurweite ist gleich der Stärke des Fahrbahnbalkens, daher in dem gegebenen Falle 28·5 cm.

Der Wagen (Fig 68) besteht aus zwei Achsen, vier Rädern und dem hölzernen Obergestelle. Die Räder haben einen Durchmesser von 28·5 cm und 10·5 cm breite Radkränze. Die Achsen sind 63 cm weit von einander gestellt und wirkt die Bremsvorrichtung nicht auf die Räder, sondern unmittelbar auf den Fahrbahnbalken. Am vorderen Theile des Wagens befindet sich eine horizontal gestellte excentrische Scheibe, die durch eine verticale und drehbare Spindel und einen zweiarmigen Hebel in verschiedene Lagen gebracht werden kann, wodurch zwei eiserne Arme, die seitlich am Wagen befestigt sind, an die verticalen Wände des Fahrbahnbalkens fest angedrückt werden können. Das hölzerne Wagengestelle hat eine Länge von 3·7—8·2 m und eine Weite von 1·13 m. Die gewöhnliche Belastung betrug 2·7 fm³ 1 m langes Brennholz oder vier Nutzholzstücke in einer Länge von 7·6 m und einer Stärke von 28·5 cm, ist sonach gleich einer Festmasse von circa 2 fm³ per Wagen und Fahrt und kann daher einem Gewichte von 1176—1344 kg gleichgehalten werden.

Betriebsergebnisse.

a) Der beladene Wagen hatte die gesammte Bahnstrecke von 1972 m in einem Zeitraume von 8 Minuten zurückgelegt, bewegte sich demnach mit einer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von 4·1 m per Secunde.

---

* „Oesterreichische Monatsschrift," 1869, p. 159 und 233. — „Die ungarischen Universalbahnen," von Lo-Presti, eine als Manuscript gedruckte Broschüre, October 1868. — Exner: „Das moderne Transportwesen."

b) Der entladene Wagen wurde von zwei Arbeitern in einer Zeit von 52 Minuten zur Anfangsstation zurückgeschoben. Der Rücktransport erfolgte somit mit einer Fahrgeschwindigkeit von 0·63 m per Secunde.

c) Nach den Grudel'schen Erfahrungen berechnet sich der Arbeitsaufwand für die Erzeugung eines laufenden Meters Bahnlänge auf 0·34 Tagschicht, während das Legen der angefertigten Bahnbestandtheile mit einem Arbeitserforderniße von 0·001—0·003 Tagschicht für den Currentmeter bewerkstelligt wurde.

d) Zum Bremsen der selbstthätig gleitenden und beladenen Wagen war eine Arbeitskraft erforderlich, während der Rücktransport per Wagen zwei Arbeiter erheischte. Die Ladung schwankte zwischen 2—2·7 fm³ per Wagen und stellte sich das Arbeitserforderniß für die Lieferung einschließlich des Verladens auf 0·09—0·10 Tagschicht per fm³.

§. 112. Schlußfolgerung zur Lo-Presti-Bahn.

Das Rollbahnsystem Lo-Presti hat in gewisser Beziehung immerhin einen Anspruch auf Beachtung und dürfte sich unter geeigneten Verhältnissen selbst mit großem Vortheile im forstlichen Haushalte verwenden lassen, nur darf diesem Transportmittel nicht die vom Erfinder ihm unterstellte Bedeutung beigemessen werden.

Die Lo-Presti-Bahn bezweckt in der Herstellung des Unter- und Oberbaues und der Betriebsmittel die möglichste Billigkeit, eine schnelle Ausführung der Anlage, die Möglichkeit, das Bahnmaterial mit Leichtigkeit nach anderen Oertlichkeiten zu übertragen, wodurch es bei verschiedenen Bahnbauten Verwendung finden kann, endlich die Zulässigkeit von größeren Bahnneigungen und Krümmungen. Diese Erfolge werden aber thatsächlich nur dann zu erreichen sein, wenn bei Herstellung jener den von Exner* zum Theile auf theoretische Grundlagen, zum Theile auf praktische Anschauungen basirten Grundbedingungen möglichst Rechnung getragen wird.

Die Bedingungen sind:

1. ist von einem Locomotivbetrieb und von der Anwendung complicirter Bahnbauobjecte abzusehen;
2. soll das Durchschnittsgefälle 5% nicht übersteigen und sind größere Gefälle bis zum Maximalausmaße von 8% nur für ganz kurze Strecken anwendbar;
3. soll die Stärke der Langschwelle nicht unter 32 cm sinken und die Länge der einzelnen Theilstücke** nicht über 4 m reichen, es wäre denn, daß letztere in mehr als zwei Punkten unterstützt werden
4. soll der beladene Wagen, d. i. Last mehr Eigengewicht, 2300 kg nicht übersteigen;
5. ist der zulässig kleinste Krümmungshalbmesser der Fahrbahn mit 8 m zu bemessen und die Fahrgeschwindigkeit in den Curven mit 3 m per Secunde als äußerste Grenze festzusetzen.

§. 113. Die hydraulische Eisenbahn System Adamovits.***

Der Rücktransport der entladenen Fahrmittel verursacht einen mehr oder minder großen Aufwand und ist ein Uebelstand, der bei allen Waldbahnen eine beträchtliche Erhöhung der Transportkosten nach sich zieht. Dieser Nachtheil soll nun durch die hydraulische Eisenbahn beseitigt werden und würde, nachdem der Erfinder die Fahrmittel auch mit einer selbstthätigen Bremse ausgestattet hat, der Bedarf an Begleitmannschaft sowohl bei der Thal-, als auch bei der Bergfahrt entfallen, ein Umstand, der, wenn er sich in der Praxis bewähren sollte, unbestritten zu einer nahmhaften Verminderung der

* „Modernes Transportwesen," p. 435.
** Lo-Presti nennt diese Theilbalken der Fahrbahn „Bahnelemente".
*** Nach einem in Druck erschienenen Exposé von F. R. v. Lößl.

Transportkosten führen müßte. Die Nachtheile dieser Transportanstalt sind dagegen die großen Anlage- und Erhaltungskosten, die unter ungünstigen Verhältnissen eine solche Höhe annehmen können, daß der billige Betrieb durch den Erhaltungsaufwand und die Amortisation der Anlagekosten sehr in Frage kommen wird.

Das Wesen der Bahn besteht eben darin, daß fließendes Wasser als Motor für den Rücktransport der Fahrmittel verwendet wird. Die Anlage setzt daher eine genügende Wassermenge* und ein entsprechendes Gefälle voraus, so zwar, daß die dem Wasser innewohnende Kraft dem vorgedachten Zwecke dienstbar gemacht werden kann. Die hydraulische Bahn besteht aus einem Wassergerinne a (Fig. 69) aus Bohlen, welches entweder unmittelbar auf die Grundschwellen b oder auf ein Steggerüst wie bei den Wasserriesen gestellt wird. Die innere Weite des Gerinnes dürfte für gewöhnliche Waldbahnen mit 80—100 cm zu bemessen sein und werden die Wände des Gerinnes durch Säulen c und Streben d entsprechend gefestigt. Auf den Stützen c ruhen die Langschwellen e, auf denen die Profilschienen f in der bekannten Weise befestigt werden.

Die Fahrmittel bestehen aus vier eisernen Rädern g, aus den eisernen Achsen h und dem hölzernen Gestelle i, dann einem Wasserrade k, welches auf der Achse des vorderen Radpaares befestigt ist. Das Wasserrad ist ein unterschlägiges Ponceletrad und muß mit den Laufrädern derart verbunden sein, daß es nach Bedarf aus dieser Verbindung leicht ausgelöst werden kann, wenn beispielsweise die Wagen die Thalfahrt antreten sollen. Die Vorrichtung, mittelst welcher die Verbindung des Schaufelrades und der Laufräder gelöst werden kann, besteht in einem einfachen Frictionsmitnehmer.

Das Wasserrad reicht in das Gerinne hinab und wird nach Art eines unterschlägigen Mühlrades durch das Aufschlagwasser in Rotation versetzt, welche Kraft sodann auf die als Adhäsionsräder fungirenden Laufräder übertragen wird, so zwar, daß auf diese Weise der Wagen gegen die Bahnsteigung sich in Bewegung setzt. Nachdem die mit dem Wasserrade erzielte Kraftäußerung unter günstigen Verhältnissen groß genug ist, daß hiedurch mehrere Wagen bergan geführt werden können, so werden nur einzelne Wagen mit Wasserrädern versehen, welchen der Erfinder den Namen Propellerwaggons beilegt. Im Allgemeinen werden sich die Dimensionen des Constructionsdetails nach Maßgabe der localen Verhältnisse, nach Art und Größe der Gesammtanlage und der zu bewältigenden Lasten richten müssen. Wenn wir mit a die Höhe und mit b die Breite der im rechteckigen Gerinne fließenden Wassermasse in Metern, mit k die verfügbare Wassermasse in m^3, mit v die Geschwindigkeit in Metern per Secunde, mit h das Gefälle per laufenden Meter, mit n : 1 das Verhältniß des Durchmessers des Wasserrades zu jenem der Laufräder und mit Q die zu bewältigende Last in kg bezeichnen, so ergibt sich:

der Wasserquerschnitt $F = a\,b$ . . . . . (1

der benetzte Umfang $U = 2\,a + b$ . . . . . (2

die Wassergeschwindigkeit $v = \frac{K}{a\,.\,b}$ . . . . . (3

das Gefälle $h = \frac{f\,(2\,a + b)\,v^3}{2\,.\,a\,.\,b\,.\,g}$ und wenn der Reibungscoefficient $f = 0{\cdot}0075$ und die Acceleration $g = 9{\cdot}81$ gesetzt wird, so ist:

---

* Nach den theoretischen Berechnungen von Lössl soll ein Wasserquerschnitt von 0·05 m^3 bei einer Räderübersetzung von 3 : 1 genügen, um eine Last von 1329 kg bei jeder beliebigen Bahnsteigung bergwärts zu schaffen.

$$h = \frac{0{\cdot}0003823\,(2\,a + b)\,v^2}{a\,.\,b} \quad \ldots\ldots (4.$$

Der Stoß, den das Wasser in einem Schnurgerinne auf ein unterschlägiges Ponceletrad auszuüben vermag, kann aus der bekannten Formel $L = \frac{p\,.\,v^2\,.\,\cos\alpha^2}{2\,g}$, worin p die Wassermasse per Secunde in kg oder l, α der Eintrittswinkel des Wassers und g die Acceleration der Schwere bedeutet, berechnet werden. Die Bruttoleistung ist, wenn $\alpha = 10^0$ und $g = 9{\cdot}81$ gesetzt wird,

$$L = \frac{0{\cdot}97\,.\,p\left(v + \frac{v}{n}\right)^2}{19\,.\,62} \text{ Meterkilogramm per Secunde.}$$

Der Nutzeffect eines gut construirten Ponceletrades kann aber bekanntlich mit 50% der Bruttoleistung veranschlagt werden; es ist somit der reine Nutzeffect des Rades

$$L' = 0{\cdot}0246\,.\,p\,.\,v^2\left(1 + \frac{1}{n}\right)^2 \quad \ldots\ldots (5.$$

Wenn man weiters einen Reibungsverlust von 2% in Rechnung zieht, so ist die zu bewältigende Last

$$Q = \frac{0{\cdot}0241\,.\,n\,.\,p\,.\,v\left(1 + \frac{1}{n}\right)^2}{h} \text{ in kg} \quad \ldots\ldots (6.$$

Um die vorhandene Wasserkraft vortheilhaft auszunützen, ist es zweckmäßig, die Dimension des Gerinnes so zu wählen, daß die Breite b des fließenden Wasserkörpers gleich der doppelten Höhe a desselben sei. Es ist dann der Querschnitt $F = a\,b = 2\,.\,a^2$ und $2\,a + b = 4\,a$ oder die Maximallast

$$Q = \frac{63040\,.\,a^2\,b^2\,(n+1)^2}{(2\,a + b)\,n},$$

und nach entsprechender Kürzung

$$Q = \frac{63040\,.\,a^2\,(n+1)^2}{n} \quad \ldots\ldots (7.$$

Nach der Formel 7 berechnet nun Lößl unter der Voraussetzung, daß $n = 3$ angenommen wird, für einen Wasserquerschnitt

von	0·5	m²	die zu bewältigende	Maximallast	mit	42.037	kg
„	0·4	„	„ „	„	„	30.080	„
„	0·3	„	„ „	„	„	19.537	„
„	0·2	„	„ „	„	„	10.635	„
„	0·1	„	„ „	„	„	3.760	„
„	0·05	„	„ „	„	„	1.329	„

Endlich ist die nöthige Höhe der Radschaufeln $a' = \frac{2\,a\,n}{n+1}$ und wenn $n = 3$ ist, wird $a' = 1{\cdot}5\,a$.

Der Erfinder hat auch die Propellerwaggons für die Thalfahrt mit einer automatischen Bremse ausgestattet, mittelst welcher die Fahrgeschwindigkeit innerhalb bestimmter Grenzen gehalten wird, und empfiehlt die Anwendung kleiner Wagen in größerer Anzahl anstatt großer Fahrmittel.

Nachdem uns über dieses neue Transportmittel keine thatsächlichen Erfolge zur Verfügung stehen, so können wir über den Werth desselben als forstliches Transportmittel

noch nicht endgiltig urtheilen; immerhin scheint uns, daß die Kosten der Anlage und Erhaltung des erforderlichen Gerinnes sich keinesfalls niederer stellen dürften als jene einer Wasserriese. Ist dies thatsächlich der Fall, dann werden wir die Wasserriese der hydraulischen Eisenbahn vorziehen, da sich auf jener die Betriebskosten jedenfalls billiger stellen werden und die kostspieligen Schienen und Fahrmittel entfallen können. Dagegen dürfte sich diese nach beiden Richtungen selbstthätige Bahn für kurze Strecken dort empfehlen, wo Lasten bergan verführt werden müssen und Wasser in genügender Menge verfügbar ist.

§. 114. Waldbahn System Obersteiner* und System Spalding.

System Obersteiner.

Die Waldbahn System Obersteiner wurde im Jahre 1878 in Krain am Maltaflusse in einer Strecke von 343 m erbaut. Der Oberbau ruht entweder unmittelbar auf dem Boden oder auf Jochen, wie sie bei den gewöhnlichen Holzriesen vorkommen. Es besteht derselbe (Fig. 70) aus vier Langschwellen a b und den Querschwellen c, die natürlich in ausgejochten Strecken entfallen. Die Langschwellen sind circa 15—20 cm stark, 2—6 m lang, an zwei Seiten behauen und werden in halbrunde Kerben der Querschwellen eingelegt und mit Holznägeln entsprechend gefestigt. Die 10 cm breiten Zwischenräume d nennt der Erfinder die Führungsleere, die Langschwellen a die Schienenbäume und die Schwellen b die Führungsbäume. Die ersteren werden am Zusammenstoße schief überplattet, die letzteren nur aneinander geschoben und die einen wie die anderen mit Holznägeln auf die Querschwellen befestigt. Die Curven erhalten einen Krümmungshalbmesser von 30—35 m und betrug das Gefälle im Durchschnitte der gesammten Strecke 8%.

Die Wagen bestehen aus vier eisernen Rädern e (Fig. 70), aus dem hölzernen Gestelle f, aus einer Art Deichsel g, aus der Trittbremse h und den Führungsrollen i. Die eisernen Räder haben einen Durchmesser von circa 20 cm und sind mit zwei schmiedeisernen Achsen fest verbunden. Die Länge der hölzernen Wagengestelle beträgt 3 m, die Breite 1·5 m, die Spurweite der Räder 65 cm, die Stärke der Führungsrolle 8 cm, das Gewicht des Wagens bei einer Tragfähigkeit von 45 q 150 kg. Die zulässige Wagenladung beträgt somit 3—4 rm³ lufttrockenes Kohlholz. Den wesentlichsten Bestandtheil des Wagens bildet die Führungsrolle und die Trittbremse. Die ersteren laufen in der Führungsleere, ersetzen somit den fehlenden Spurkranz und verhindern das Entgleisen der Wägen. Anstatt der Führungsrolle läßt sich auch eine Führungskugel anwenden, die in Folge der kleinsten Berührungsflächen eine geringere Reibung verursachen wird, als eine Führungsrolle; dagegen werden durch die erstere die Führungsbäume zu schnell abgenützt. Die Trittbremse ist am rückwärtigen Theile angebracht und besteht aus einem eisernen Hebel und zwei Bremsbacken, die durch das Niederdrücken des Hebels an das hintere Räderpaar angepreßt werden. Der Wagen wird sowohl bei der Thal-, wie bei der Bergfahrt nur durch einen Arbeiter bedient, d. h. im ersteren Falle gebremst, im letzteren bergan gestoßen.

Der Auslageaufwand für den Oberbau betrug:

für das Beiliefern der Langschwellen per Stück	0·15	Tagschicht
„ „ Bezimmern per Stück	0·13	„
daher per laufenden Meter Oberbau	0·18	„

* „Mittheilungen des oberösterreichischen Forstvereines 1882," redigirt von L. Dimitz.

während das Legen und Festigen der Schwellen per Meter Bahnanlage mit 0·33, daher der Gesammtaufwand mit rund 0·52 Tagschicht veranschlagt werden kann. In diesem Aufwande ist aber das Erforderniß des Unterbaues nicht mit inbegriffen, d. h. allfällige Erdarbeiten oder Jochherstellungen müssen getrennt veranschlagt und zum obigen Erforderniß hinzugerechnet werden. Der Holzbedarf beträgt im großen Durchschnitt 0·3—0·4 fm³ per laufenden Meter. Die Dauer einer solchen Bahnanlage veranschlagt der Erfinder auf 7—8 Jahre, nachdem er von der Voraussetzung ausgeht, daß die stärker abgenützten Langschwellen gewendet werden können.

Der Betriebsaufwand.

Die Leistungsfähigkeit und den Lieferaufwand berechnet der Erfinder für einen km Bahnanlage bei dem Durchschnittsgefälle von 6% und unter der Voraussetzung, daß zwei Wagen verwendet werden:

a) Lieferung von 2 m langen Rundholzstücken (Drehlinge). Unter der Annahme, daß per Fahrt 3·5 rm³ überführt werden und der Zeitaufwand für das Auf- und Abladen und für die Thal- und Bergfahrt mit einer Stunde per Fahrt bemessen wird, können per Tag mit den zwei Wagen 16 Fahrten gemacht oder 56 rm³ abgeliefert werden. Für diese Leistung sind zwei Mann zur Bedienung der Wagen und zwei zum Verladen erforderlich. Das Arbeitserforderniß per rm³ berechnet sich daher mit 0·07 Tagschicht, und wenn 20 Fahrten gemacht werden, mit 0·057 Tagschicht per rm³.

b) Bahnschwellen. Bei 16 Fahrten werden 480, bei 20 Fahrten 600 Stück Schwellen überführt, und nachdem zwei Arbeiter zum Aufladen, zwei zur Bedienung der Wagen und vier zum Abladen und Aufsetzen erforderlich sind, berechnet sich der erforderliche Aufwand per Schwelle in dem einen Falle mit 0·017, in dem anderen mit 0·013 Tagschicht.

c) Klotzholz mit der Länge von 4—6 m und der Durchschnittsstärke von 35 cm. In diesem Falle werden gekoppelte Wagen verwendet, d. h. die Klötze werden auf zwei Wagen aufgelegt. An Arbeitsmannschaft ist erforderlich: vier Mann zum Aufladen, vier Mann zur Bedienung der Wagen und vier Mann zum Abladen und Lagern der Hölzer. Die Tagesleistung beträgt 16 Fahrten mit 80 Stück Klötzen oder 20 Fahrten mit 100 Stück Klötzen, daher ist per Stück ein Aufwand von 0·15, beziehungsweise 0·12 Tagschicht erforderlich.

d) Holzkohle. In 20 Fahrten können mit den zwei Wagen und fünf Arbeitern 300 Säcke oder 1500 hl Holzkohle ausgeliefert werden und berechnet sich demnach der Lieferaufwand per hl auf 0·003 Tagschicht.

Waldbahn System Spalding.

Mit der transportablen Feldeisenbahn System Spalding* ist in dem königlich preußischen Staatsreviere Grimnitzer Forst ein Versuch gemacht worden.** Die Bahn hat eine Spurweite von 600 mm und breitbasige Schienen von 65 mm Höhe, 5 mm Stegstärke, 25 mm Kopf- und 50 mm Fußbreite. Dieselben sind aus besten Bessemer-Guß-

* Der Erfinder Spalding ist Gutsbesitzer und Fabrikant in Jahnkow bei Langenfelde in Pommern.

** Spalding: „Feldeisenbahn im Dienste des Waldes," besprochen von M. Beyer, „Centralblatt für das gesammte Forstwesen," 1884, p. 421. — „Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen" Nr. 30 von 1884 und „Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau," Berlin, Nr. 20—23 von 1884.

stahl im Gewichte von 7 kg per laufenden Meter angefertigt. Das Wesentlichste bei dieser Anlage ist einerseits die Verbindung der Schienen mit den Querschwellen, andererseits der Umstand, daß die Bahn aus fixen Theilstücken (Jochen) von 2 m Länge besteht, wodurch das Legen und Abnehmen der Bahn ungemein einfach und schnell von statten geht.

Die 2 m langen Eisenschienen ruhen mit dem einen Ende auf einer 150 mm breiten Stoßschwelle, mit dem anderen auf einer 75 mm breiten Endschwelle, wobei die einen wie die anderen eine Länge von 780 mm und eine Dicke von 40 mm haben, während zur Erzielung einer möglichst langen Dauerhaftigkeit — Spalding bezeichnet als solche 12—14 Jahre — die Schwellen mit Carbolineum imprägnirt sind. Für Curven, Weichen, Kreuzstücke, Wegübersetzungen u. dgl. werden auch 1 m, 0·5 und 0·25 m lange und gerade, desgleichen auch gebogene Schienenabtheilungen angefertigt und verwendet. Das Gesammtgewicht einer 2 m langen Schienenabtheilung, d. h. Schienen, Schwellen, einschließlich der Befestigungsbestandtheile, beträgt 34 kg. Auf den Schwellen sind die Schienen mit Klammern (Klammplättchen) und Schraubenbolzen derart befestigt, daß die Endschwelle um circa 40 mm von der Schiene überragt wird, während die Stoßschwelle um das gleiche Maß hervorsteht, um dem folgenden Schienenpaare als Unterlage zu dienen. Außerdem haben die Stoßschwellen zwei Gleitbrücken und zwei Gleitnasen, welche den zusammenstoßenden Schienenabtheilungen die entsprechende Führung geben und gleichzeitig die Spurweite fixiren sollen. Die Gleitbrücken sind zwei mit Schraubenbolzen auf die Stoßschwelle befestigte Eisenplatten mit einem nach der Schiene zugekehrten Vorsprung, unter welchen die Schienen mit ihrem Fuß geschoben und festgehalten werden, während Gleitnasen zwei eiserne Vorsprünge sind, welche an jene schmale Stoßfläche der Schwelle angebracht werden, wo bei Zusammenstellung des Bahnstranges die Stoß- und Endschwellen aneinanderstoßen.

Diese Art der Schienenbefestigung an die Schwellen gestattet dem Bahnstrange eine kleine Bewegung in verticaler und horizontaler Richtung und ermöglicht eine thunlichste Anlehnung an die Formen des Terrains. Immerhin muß für die Bahnanlage eine entsprechende Abebnung des Bodens oder die Herstellung einer wegartigen Fahrbahn erfolgen.

Das rollende Material ist bei diesem Bahnsystem von bemerkenswerther Einfachheit; es sind nämlich die vier Räder des Spalding'schen Wagens aus Tiegelgußstahl angefertigt, daher sehr dauerhaft und leicht. Die Räder haben beiderseits Spurkränze, womit sie die Fahrschienen am Kopfe umfassen und daher nicht leicht entgleisen können. Mit diesem Wagen lassen sich daher Curven und minder ausgeglichene Bahnstrecken anstandslos befahren. Die Tragfähigkeit eines Wagens wird mit 1500 kg angegeben. Statt der metallenen Spiralfedern sind bei den Spalding'schen Wagen Gummipuffer angebracht; desgleichen sind an den Achsenlagern Schmiervorrichtungen und können mittelst einer Backenbremse alle vier Räder gleichzeitig arretirt werden. Der Stand der letzteren kann nach Erforderniß mit Hilfe einer Flügelschraube regulirt werden. Der im Allgemeinen leichte Bau der Wagen gestattet es, daß zum Uebertragen derselben auf lange Strecken zwei Arbeiter genügen.

Die Spalding'schen Wagen haben nur eine Form und werden vom Erfinder mit dem Namen „Universalwagen" belegt, weil man sie durch entsprechende Combinirung von Ober- und Untergestellen zu den verschiedensten Transportzwecken umgestalten kann. Alle Theile des Wagens, namentlich alle hölzernen Bestandtheile desselben sind

untereinander verschraubt und daher leicht zusammengestellt oder auseinandergelegt. Für den Langholztransport wird auf den Universalwagen ein 30 cm hoher Sattel gestellt und Wagen und Sattel durch einen starken Bolzen verbunden. Der 10 cm hoch emporragende Bolzen dient gleichzeitig einem 85 cm langen Drehschemel als Achse.

Auf dem einen Wagen ruht dann das Stamm-, auf einem zweiten das Zopfende des Stammes auf und stellt der letztere gewissermaßen die Langwiede eines gewöhnlichen Transportwagens vor.

Bei der Bahnanlage werden die Theilstücke mittelst der Bahnwagen auf der bereits fertig gestellten Bahnstrecke zugeführt und können per Wagen Schienenabtheilungen für eine Bahnlänge von 10—13·2 m verladen werden. Die Bahnanlage selbst zerfällt in den meisten Fällen in zwei Theile, und zwar in eine Hauptbahn, die dann auf der Schlagfläche nach Erforderniß sich in verschiedenen Verzweigungen als Nebenbahnen ausbreitet. Die beladenen Wagen werden von den Zweigbahnen mit Menschenkraft auf die Hauptbahn gezogen, dort zu förmlichen Zügen zusammengekoppelt und mit Zugthieren weiterbefördert, wenn die Gefällsverhältnisse nicht ein selbstthätiges Gleiten gestatten sollten.

Bau- und Betriebsergebnisse.

Bei dem Baue und Betriebe der Versuchsbahn im Grimnitzer Forst, Regierungsbezirk Potsdam, hat man bisher nachstehende Erfahrungen gemacht, wobei hervorgehoben werden muß, daß das Versuchsterrain ein coupirtes Hügelland ist und sich dem Holztransporte im Allgemeinen große Schwierigkeiten entgegengestellt haben.

1. Die Versuchsbahn besteht aus einer 2·5 km langen, solid erbauten und aus einer 5·5 km langen, bloß nothdürftig hergestellten Bahntrace.

Der Schienenstrang der Nebenstrecke wurde über alle Terrainunebenheiten, selbst quer über liegende Stämme hinweggeführt und mit bedeutenden Lasten anstandslos befahren. Züge in der Länge von 200 m aus circa 10 Stämmen und mit dem Totalgewichte von 150 q sind von zwei Pferden auf der 2·5 km langen festen Strecke in einem Zeitraume von 15 Minuten befördert worden. Radien bis 10 m konnten ohne Gefährdung der Last oder des rollenden Materiales ausgefahren werden und selbst bei Ansteigungen bis 6% erreichte die zulässige Belastung für zwei Pferde circa 70 q.

2. Zum Verladen der schweren Stämme wurde ein tragbarer Krahn (Rolle und Flaschenzug) mit Vortheil verwendet und erheischte das Verladen der stärksten Stämme einen Zeitaufwand von 7—10 Minuten.

3. Im großen Durchschnitt stellten sich die Transportkosten um 70% günstiger als die beim gewöhnlichen Transporte auf einem Waldwege.

Vortheile der Waldeisenbahn System Spalding.

Wenn aus den verhältnißmäßig noch zu wenig umfangreichen Versuchsergebnissen auch kein bestimmter und sicherer Schluß auf den Werth und die praktische Bedeutung dieser Bahnconstruction für den Transport im Forsthaushalte gezogen werden kann, so lassen sich nichtsdestoweniger gewisse Momente schon jetzt gegenüber anderen Feldeisenbahn-Systemen* mit Recht hervorheben und gewissermaßen als Vorzüge des Systems Spalding hinstellen, und zwar:

---

* Feldeisenbahn-Systeme von Decauville, Hoffmann, Loß, Wiegand, Dolberg, Paul Dietrich u. s. w.

1. Die kurzen Geleisstücke oder Schienenabtheilungen gestatten ein leichtes Ueberlegen der Bahn und einen hohen Grad von Beweglichkeit, wodurch die Terrainunebenheiten möglichst ausgenützt und am Kostenaufwande für den Unterbau gespart werden kann.

2. Das geringe Gewicht der Fahrschienen bei gleichzeitiger hoher Tragfähigkeit in Verbindung mit dem Umstande, daß wenig Unterstützungspunkte erforderlich sind, wodurch wieder an Holzschwellen gespart wird.

3. Die große Tragfähigkeit, welche die Wagen bei einem verhältnißmäßig geringen todten Gewichte haben, und die leichte Möglichkeit, Reparaturen herzustellen, endlich der Umstand, daß den Wagen auch eine erhöhte Fahrsicherheit durch die zweiflanschigen Räder zu statten kommt.

§. 115. Die einspurige Rollbahn System Lippert.

Die von Lippert empfohlene Bahnanlage* ist nach dem System des Amerikaners Jaddam eine einspurige Bahn und beschränkt sich der Unterbau lediglich auf die Herstellung von Tragsäulen, zu welchen auch stehende Stämme, die auf die erforderliche Höhe abgeschnitten werden, verwendet werden können. Die künstlich aufgestellten Tragsäulen a (Fig. 71) werden im Boden entsprechend verankert und dienen den hölzernen Langschwellen (Schienenbalken) b als Träger, während an den zwei Längsbalken c c die Leitrollen des Wagens laufen. Der Schienenbalken wird nach Erforderniß noch durch Seitenstreben e versteift und diese mit den Tragsäulen verbunden.

Auf die obere abgerundete Fläche des Schienenbalkens wird die unter einem Winkel gebogene Flachschiene d angenagelt oder angeschraubt. Der Wagen besteht aus zwei Rädern, aus einem Stangengerüste f aus Schmiedeisen, welches an dem Rahmen g hängt, und aus den vier Leitrollen h, welche das Gleichgewicht des Wagens herstellen sollen.

Sowohl bei der Thal-, wie bei der Bergfahrt können gleichzeitig mehrere Wagen zu einem Zuge mittelst der Verbindung i zusammengekoppelt werden. Die Thalfahrt erfolgt selbstthätig, wobei durch gewöhnliche Bremsen die Geschwindigkeit seitens der Begleitmannschaft geregelt werden muß, während das Zurückschaffen durch Menschenkraft oder durch Zugthiere bewerkstelligt wird, zu welchem Behufe längs der Bahn ein einfacher Leitweg, der sich aber den Bodenformungen vollständig anschließen kann, herzustellen ist.

Eine Gewichtsdifferenz zwischen den Ladungen C und D äußert sich nur durch einen höheren Druck auf das entsprechende Paar der Leitrollen, übt aber keinen störenden Einfluß auf den gesammten Betrieb.

Das Gefälle soll ein mäßiges sein, weil sonst der Rücktransport der entladenen Wagen einen bedeutenden Kraftaufwand erheischen würde. Um eine entsprechende Standfestigkeit der gesammten Anlage zu erzielen, müssen einerseits die Tragsäulen in die erforderlichen Entfernungen gestellt und andererseits die Tragbalken in einer genügenden Stärke hergestellt sein.

1. Berechnung der zulässigen Entfernung der Tragsäulen bei gegebenen Dimensionen des Tragbalkens.

Bezeichnen wir mit b die Breite, mit h die Höhe des Tragbalkens, mit l die Entfernung der Tragsäulen oder die Länge des Tragbalkens, mit Q die auf den

* „Centralblatt für das gesammte Forstwesen," Jahrgang 1878, Seite 609.

letzteren wirkende Kraft, mit P' das Eigengewicht des Balkens und mit m die Entfernung der Wagenräder von Achse zu Achse, so ist unter der Annahme, daß der Wagen in der Mitte der Tragbalken stehe und die Last Q sich in die gleichen Theile q und q' auf die Achsen vertheile, nach dem Gesetze der Mechanik

$q \cdot \frac{l}{2} - q' \cdot \frac{m}{2} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \frac{A}{\varphi}$; nachdem $q = q' = \frac{Q}{2}$ ist, so kann $\frac{Q}{2}\left(\frac{l-m}{2}\right) = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \frac{A}{\varphi}$ gesetzt werden, woraus $l = \left(\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \frac{A}{\varphi}\right)\frac{4}{Q} + m$ gefunden wird.

Wäre in einem concreten Falle die Last $Q = 1000$ kg, $m = 200$ cm, $b = 20$ cm, $h = 26$ cm und $\frac{A}{\varphi}$ die zulässige Inanspruchnahme* des Balkens circa 70 kg per cm², so ist die zulässige Länge des Tragbalkens gleich 8·3 m oder rund 8 m.

Wenn wir aber auch das Eigengewicht P des Balkens in Rechnung ziehen und die Last als in der Mitte des Balkens wirkend annehmen, während das erstere als gleichmäßig vertheilt gedacht werden kann, so ist das Maximalmoment M:

$$M = \frac{Q \cdot l}{4} + \frac{P \cdot l}{8}, \text{ daher } \frac{Q \cdot l}{4} + \frac{P \cdot l}{8} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \cdot \frac{A}{\varphi} \text{ und}$$

$$l = \left(\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \cdot \frac{A}{\varphi}\right) \frac{1}{\frac{Q}{4} + \frac{P}{8}}$$

Wenn wir auch in die letztere Formel die oben angenommenen Werthe und $P = 240$ kg einführen, so berechnet sich die zulässige Entfernung der Tragsäulen, beziehungsweise die Tragbalkenlänge mit 5·63 m.

2. Berechnung der Stärkedimensionen des Tragbalkens, wenn dessen Länge und eine seiner Dimensionen gegeben sein sollte.

$$\frac{Q \cdot l}{4} + \frac{P \cdot l}{8} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \cdot \frac{A}{\varphi}$$

$$b = \left(\frac{Q \cdot l}{4} + \frac{P \cdot l}{8}\right) \frac{b}{h^2 \cdot \frac{A}{\varphi}}$$

$$h = \sqrt{\left(\frac{Q \cdot l}{4} + \frac{P \cdot l}{8}\right) \frac{b}{b \cdot \frac{A}{\varphi}}}$$

3. Berechnung der Stauchungsfestigkeit der Säulen bei bekannter Belastung.

Die Säule hätte einen quadratischen Querschnitt, b wäre die Querschnittseite, l die Länge der Tragsäule, k die Druckfestigkeit des Materiales, so ist die zulässige Belastung

$$Q = \frac{k}{1 + 12\,m\left(\frac{l}{b}\right)^2}$$

Für Fichtenholz ist $k = 400$ per Quadratcentimeter.

---

* Die zulässige Inanspruchnahme ist bei provisorischen Holzbauten mit 1·0 kg und bei definitiven it 0·66 kg per mm² festgesetzt.

Es rechnet sich die zulässige Belastung bei einem Säulenquerschnitte von 20 cm und einer zehnfachen Sicherheit, d. i. k = 40 mit 4700 kg, wenn die Säulenlänge gleich 7 m angenommen wird.

Wäre aus der bekannten Belastung die Stärke der erforderlichen Säule zu berechnen, so ist aus obiger Formel

$$b = \sqrt{\frac{12\,m\,.\,l^2}{k - Q}} = l\sqrt{\frac{12\,.\,m}{k - Q}}$$

Für eine runde Säule vom Durchmesser d ist

$$Q = \frac{k}{1 + 16\,.\,m\left(\frac{l}{d}\right)^2} \text{ und } d = \frac{l\sqrt{16\,.\,m}}{k - Q}$$

Die Vorzüge der einspurigen Bahn, System Lippert, bestehen zunächst:

1. in der vollständigen Unabhängigkeit von den Terrainverhältnissen, d. i. in der Entbehrung eines kostspieligen Unterbaues;
2. in der Einfachheit des Oberbaues;
3. in der Billigkeit der Anlage und Erhaltung.

Insbesondere werden sich die Anlagekosten günstig gestalten, wenn vorhandene Stämme als Tragsäulen benützt werden können.

VII. Capitel: Die Drahtseilbahnen.

§. 116. Das Wesen und die Verschiedenheit der Drahtseilbahnen.

Unter den Drahtseilbahnen verstehen wir Transportanstalten, wo die Fortbewegung der Last nicht mehr selbstthätig durch die Schwercomponente erfolgt, sondern durch einen Motor bewerkstelligt wird. Die Fortbewegung kann erfolgen:

a) indem der Motor ein Zugseil in Bewegung setzt, an welchem die Last befestigt ist;
b) indem ein endloses Seil in Gang gebracht wird, welches sodann die Lasten oder Fahrmittel mittelst Reibung nach ihrem Bestimmungsorte befördert.

Im letzteren Falle wieder können die Lasten entweder an einem Seile hängen — System Hodgson — oder auf zwei gespannten Seilen ruhen, wie dies bei dem Müller'schen Seiltraject der Fall ist, oder endlich an einem Seile befestigt sein, während die Fahrmittel sich auf einer Schienenbahn fortbewegen. Die letztaufgeführte Art der Transportweise — bewegliche Seilschleife und Bahngeleise — fand bei der im Jahre 1874 von der Wiener Maschinenfabrik G. Sigl construirten Drahtseilbahn auf die Sophienalpe bei Wien Anwendung.

Im forstlichen Haushalte haben die Seilbahnen bisher dort eine Anwendung gefunden, wo größere Holzmassen nachhaltig bergan verführt werden mußten, oder auch auf Ländplätzen, wenn die Hölzer aus der Tiefe des Rechenhofes nach höher gelegenen daher luftigeren, und räumlich auch entsprechenderen Auffatz- oder Lagerplätzen gehoben werden sollen. Aehnliche Transportanstalten, wenn am Ende auch in einfachster Form sind im forstlichen Betriebe unter der Bezeichnung „Holzaufzüge" längst bekannt, denn schon in den Jahren 1822—1827 sind derartige Anstalten im Triftgebiete der Schwarz-

und Erlaf* gebaut und in Betrieb gesetzt worden. Speciell in diesem Falle sind Hölzer aus dem Sammelgebiete der steiermärkischen Mürz über eine Wasserscheide und unter Benützung eines Tunnels in das niederösterreichische Thalgebiet der Schwarza und von dort nach Wien geliefert worden. Ein ähnlicher Holzaufzug hat bis zum Jahre 1872 auch im Außerweißenbachthale des österreichischen Salzkammergutes bestanden, mittelst dessen die Hölzer aus dem Gebiete des Attersees zur Höhe einer Wasserriese emporgehoben wurden, auf welcher sie sodann in das Gebiet der Traun, beziehungsweise in einen triftbaren Seitenbach derselben abgetriftet wurden.

Ein zweiter Holzaufzug im Salzkammergute, und zwar an der Aurach bei Kufhaus in der Nähe von Gmunden, wurde im Jahre 1879 zu einer Drahtseilbahn umgebaut. Nachdem derselbe in seiner gegenwärtigen Beschaffenheit allen Anforderungen entspricht, so soll im nächsten Paragraphen auf dessen bauliche Construction näher eingegangen werden.

§. 117. Die Drahtseilbahn an der Aurach im oberösterreichischen Salzkammergute.

Die Drahtseilbahn an der Aurach hat eine Länge von 65·08 m und überwindet einen relativen Höhenunterschied von 37·75 m. Die Anlage lehnt sich an einen Berghang und ermöglicht, daß mit Hilfe eines Motors Brennhölzer, die auf der Aurach zugetriftet wurden, zu dem auf einem Plateau gelegenen Aufsatzplatze emporgehoben werden können. Ihrem Wesen nach besteht diese Seilbahn oder „der Holzaufzug" aus zwei parallelen, gleichförmig geneigten hölzernen Fahrbahnen, auf denen sich zwei Wagen an einem Drahtseil abwechselnd auf- und abwärts, und zwar derart bewegen, daß, während der beladene Wagen nach aufwärts fährt, gleichzeitig der entladene niedergeht.

Die gesammte Anlage besteht:

a) aus der unteren Station sammt dem Motor,
b) aus der Fahrbahn,
c) aus der oberen Station und den Fahrmitteln, endlich
d) aus der Rollbahn, mittelst welcher die emporgehobenen Hölzer bis unmittelbar zu den Zainstätten überführt werden.

Die untere Station (Fig. 72) besteht aus einem hölzernen Gebäude, welches auf Piloten über den Triftcanal gebaut wurde, und in welchem sich neben den Auszieh- und Sortirungsräumen noch nachstehende Bestandtheile der Seilbahnanlage befinden: die Seiltrommel a, die Wasserräder b, die Bremse c, die Ziehschützen e mit der Hebestange f, um das Wasser in die Canäle g und g' je nach Erforderniß in der mit Pfeilen angedeuteten Richtung einleiten zu können. Auf den Seiltrommeln ist das Drahtseil in entgegengesetzter Richtung aufgerollt; wickelt sich das Seil auf der einen Trommelhälfte ab, so wird dasselbe gleichzeitig auf der zweiten aufgewunden und damit die abwechselnde Bewegung, beziehungsweise das gleichzeitige Auf- und Abwärtsfahren der zwei Wagen erzielt.

* Ueber die beiden Holzlieferungsunternehmungen sind mehr minder ausführliche Beschreibungen veröffentlicht worden, und verweisen wir auf: Blumbach: „Länderkunde von Oesterreich unter der Enns." Auflage, Güns 1835. Feistmantel: „Die Forstwirthschaft mit besonderer Rücksicht auf Oesterreich." Theil, Wien 1836. Schmidt: „Der Schneeberg," Wien 1831, und „Wiens Umgebung", 1839, 3. Band. Winböck: „Die Forstwirthschaft in Bezug auf den Bergbau." 2. Band, Leipzig 1836. Grabner: „Forstwirthschaftslehre." Wien 1841. Schwarz: „Die Forstwirthschaft in kurzen Umrissen." Wien 1853. „Oesterreichische Monatsschrift," Jahrgang 1874.

Als Motor dienen die zwei unterschlägigen Wasserräder *, die abwechselnd durch das Einströmen von Wasser in Bewegung gesetzt werden. Die Wasserräder haben eine Breite von 1 m, einen Durchmesser von 4·2 m, eine Felgendicke von 11 cm und sind aus 32 Stück 36 cm breiten Schaufeln zusammengesetzt. Die Zuleitung des Wassers wird durch die zwei großen Schützen e bewerkstelligt, während unter Einem die Bewegung der Trommel auch durch den Bremsbalken c nach Erforderniß geregelt werden kann. Durch das Einströmen des Wassers, und zwar abwechselnd von links und rechts, wird auch die Trommel abwechselnd nach vor- und rückwärts gedreht und hiedurch keine rotirende, sondern nur eine einfache auf- und abgehende Bewegung des Drahtseiles erzielt.

Die zwei Fahrbahnen bestehen aus vierkantig behauenen (24/20 cm) Langschwellen, die je nach der Beschaffenheit des Bodens auf pilotirten oder verstrebten Jochen ruhen. Die Langschwellen sind an der oberen Fläche, und zwar gegen die Fahrbahn zu, mit 4—6 m langen, 35 mm breiten und 5 mm dicken Flachschienen belegt. Die Spurweite der Fahrbahnen mißt 106 cm, der innere Raum zwischen den zwei Bahnen 50 cm, der gleichzeitig für den Ab- und Zugang der Arbeitermannschaft durch Stufen benützbar gemacht ist. Innerhalb der Fahrbahnen bewegt sich das 17 mm dicke Drahtseil über eingelegte 30—40 cm starke Holzrollen, um es vor zu starker Abnützung zu schützen.

Die obere Station (Fig. 73) enthält die Seilscheibe a, die Tragrollen b, die Drehscheibe c, die eisernen Spiralfedern d und die Rollbahn e. Die Seilscheibe hat einen Durchmesser von 2·2 m und mußte wegen Raummangels horizontal, beziehungsweise deren Achse vertical gestellt werden, wodurch die Tragrollen b in Folge der Reibung des Drahtseiles einer stärkeren Abnützung unterliegen. Oberhalb der Seilscheibe ist eine hölzerne Dielung, die auf einem entsprechenden Gerüste ruht, welches gleichzeitig das Lager der Seilscheibe, dann die Drehscheiben für die Rollwagen trägt. Die Stoßfedern von Eisen sind bestimmt, den beim Anfahren des Bühnenwagens verursachten Anprall an das obere Gerüst thunlichst aufzuheben. Die untere und obere Station, desgleichen die Fahrbahn sind vollständig überdeckt und auch seitlich verschalt, folglich gegen den Einfluß der Witterung geschützt.

Der Aufzugwagen (Fig. 74) besteht aus zwei Theilen, dem Bühnenwagen A und aus dem zur Aufnahme der Ladung bestimmten Rollwagen B, welcher bei seiner Ankunft auf der oberen Station von dem Bühnenwagen abgeschoben, auf der Drehscheibe gewendet und sodann mittelst der Rollbahn auf die Aufsatzplätze durch selbstthätige Bewegung gefördert wird. Die Spurweite des Rollwagens ist 73 cm. Der Bühnenwagen besteht aus einem hölzernen Gestelle auf vier Rädern, das oben einen mit Flachschienen beschlagenen Rahmen zur Aufnahme des Rollwagens trägt. Der letztere ist von bekannter Construction.

Zwischen dem vorderen Räderpaare ist an einem Querbalken a der Haken b und die eiserne Spiralfeder c angebracht. Mit dem Haken b ist das Drahtseil d durch zwei eiserne Kettenglieder verbunden. Die eiserne Spiralfeder hat auch hier den Zweck, den Stoß des Bühnenwagens beim Anfahren an das Gerüste der oberen Station möglichst unschädlich zu machen, und um eine Verrückung der Rollwagen zu verhüten, werden unter die vier Räder bewegliche Sperrklötzchen e geschoben.

---

* Es kann der Betrieb auch mit einem Rade allein bewerkstelligt werden, wenn es aber die räumlichen Verhältnisse gestatten, ist die Anwendung von zwei Rädern wegen der entsprechenden Gefällsausnützung vorzuziehen.

An die obere Station schließt sich eine Rollbahn mit der Spurweite von 73 cm an, die aus Querschwellen und Profilschienen besteht. Letztere haben eine Basis von 38 mm, eine Dicke in der Mitte von 12 mm und einen Kopf von 25 mm Stärke und sind 41 mm hoch. Ein laufender Meter wiegt 6·2 kg. Die Querschwellen sind 1 m lang und liegen in Entfernungen von 0·8—0·9 m. Die Schienen haben eine Länge von 5—6 m und ruht der Stoß auf einer Stoßschwelle. Die gesammte Bahnanlage hat eine Länge von 309 m, wovon 199 m stabil sind, während der übrige Theil je nach Erforderniß auf den Aufsatzplatz verlegt wird, daher in seiner Anlage in der zulässig einfachsten Weise gehalten ist.

Der Betrieb.

Derselbe erfolgt in der Weise, daß das über die Seilscheibe laufende und mit den Enden an die Seiltrommeln befestigte Drahtseil durch die Wirkung der Wasserkraft abwechselnd auf- und niedergezogen wird. Es ist hier die Bewegung des Seiles nicht die gleiche wie bei den Seilbahnsystemen Hodgson oder Sigl, wo die endlose Seilschleife in eine gleichbleibende Bewegung zwischen zwei Seilscheiben gesetzt wird. An das Seil sind die zwei Wagen nicht unmittelbar, sondern mittelst eines 5·9 m langen Zugseiles von gleicher Stärke des Hauptseiles verbunden.

Zum Betrieb des Aufzuges sind erforderlich:

Zwei Arbeiter, denen das Durchlassen der Hölzer aus dem Rechenhofe in den zum Aufzug führenden Schwemmcanal obliegt; zum Ausziehen der Hölzer aus dem Schwemmcanal in den Sortirraum der unteren Station, zum Sortiren, Verladen und Bedienen der Aufzugs-, beziehungsweise der Seilbahn vier Arbeiter, während das Verführen der Hölzer von der oberen Station auf die Zainplätze durch zwei, das Zainen in 2 m hohe Zaine durch vier Mann besorgt wird. Eine Wagenladung beträgt im großen Durchschnitt * 1 rm³ und es können, da eine Fahrt 8 Minuten in Anspruch nimmt, per Tag, beziehungsweise während einer ununterbrochenen Arbeitsleistung von 8 Stunden 60 rm³ emporgehoben, verführt und gezaint werden. Es erfordert daher 1 rm³ einen Arbeitsaufwand von 0·20 Tagschicht, wovon 0·07 für das Aufziehen entfallen, während der restliche Theil von der Arbeit des Ausladens, Sortirens, Verführens und Zainens in Anspruch genommen wird.

In diesem Aufwande sind noch überdies das Erforderniß für das Umlegen des beweglichen Bahnstranges, das Einlegen der Drehscheiben, das Schmieren der Wagen und für sonstige kleine Reparatursarbeiten mit inbegriffen. Bei dem Betriebe müssen mindestens vier Rollwagen verfügbar sein, damit die ent- und beladenen Wagen bei dem Einlangen auf den betreffenden Stationen sogleich wieder durch beladene und entleerte Wagen ersetzt werden können, d. h. es darf in keiner Richtung die Continuirlichkeit des Betriebes behindert werden.

---

* Der Aufzug wurde im Jahre 1879 umgebaut und gelangten

im Jahre	1880	7113 rm³
„ „	1881	5746 „
„ „	1882	2913 „
„ „	1883	7808 „

daher zusammen 23.580 rm³ zur Ausförderung.

§. 118. Drahtseilbahn System Hodgson.

Die Hodgson'sche Drahtseilbahn unterscheidet sich von gewöhnlichen Drahtriesen dahin, daß einerseits die Lastbewegung nicht durch die eine Schwercomponente, sondern durch einen Motor erfolgt, und daß andererseits anstatt des freien Tragseiles eine bewegliche Seilschleife die daraufgehängten Lasten mittelst Reibung fortbewegt. Es ist daher jede stärkere Steigung der Seile ausgeschlossen, weil sonst die Lasten in eine gleitende Bewegung kommen würden, wodurch Störungen des Betriebes unvermeidlich eintreten müßten. Nach den bisherigen Erfolgen kann man als zulässige Steigungsgrenze 12·5% annehmen, und erst durch die von dem Ingenieur Buch in Salgo-Tarjan an dem Hodgson'schen Drahtseilsystem angebrachten Verbesserungen können Steigungen bis zu 20% bewältigt werden. Die zulässige Belastung per Traglast beträgt 75—100 kg.

Die Drahtseilbahn nach Hodgson besteht mit Rücksicht auf ihre Anlage:

a) aus dem Motor,
b) dem Förder- oder Tragseile,
c) der Seilscheibe und der Spannvorrichtung,
d) aus den unterschiedlichen Anlagen zur Unterstützung des Tragseiles und
e) aus den Vorrichtungen für die Aufnahme der Lasten.

Als Motor genügt eine Wasser- oder Dampfkraft, und kann die Aufstellung eines Motors oder der Antrieb aus einer Endstation oder von einem Punkte der Bahn, beziehungsweise von einer Mittelstation aus erfolgen. Das Förderseil ist ein Seil ohne Ende und bewegt sich über hinreichend große Seilscheiben mit vertical gestellten Achsen, von denen die beim Antriebe befindlichen durch Kegelräder und einem Riemenantrieb vom Motor aus in Bewegung gesetzt werden. Für den gewöhnlichen Betrieb genügt eine Seilbewegung mit der Maximalgeschwindigkeit von 2—2·5 m per Secunde.

Indem aber das Tragseil in Folge des längeren Gebrauches und der Temperaturdifferenzen in seiner Längenausdehnung Schwankungen unterliegt, die namentlich bei langen Bahnen derartige Dimensionen annehmen können, daß dadurch Unterbrechungen im Betriebe hervorgerufen würden, so muß mit dem Seile gleichzeitig eine sicher wirkende Spannvorrichtung verbunden sein.

Mit dieser Spannvorrichtung werden die Differenzen in der Seillänge selbstthätig (Fig. 75) oder durch Menschenkraft corrigirt, und zwar in nachstehender Weise: Jene Seilscheibe, welche nicht unmittelbar vom Motor angetrieben wird, die sich somit auf der entgegengesetzten Station befindet — wenn der Antrieb von einer Endstation aus erfolgt — läuft in einem gabelförmigen Lager a (Fig. 75), welch' letzteres indeß mit dem Untergestelle nicht fest verbunden ist, sondern auf einer beweglichen schlittenförmigen Vorrichtung aufruht. Nach Erforderniß wird nun das bewegliche Lager mittelst einer Schraube durch Menschenkraft oder bei selbstthätiger Spannung durch das Seil b und das Zuggewicht c nach rückwärts verschoben und das Tragseil gespannt oder in der erforderlichen Spannung erhalten.

Der Spannungsgrad reicht aber für keinen Fall hin, ein längeres Drahtseil bei den bedingten Steigungsverhältnissen freischwebend über dem Boden zu erhalten, und muß dasselbe je nach der örtlichen Terrainbeschaffenheit in Entfernungen von 30—100 m unterstützt werden; nur sollen die Stützbauten mit Rücksicht auf die Anlagekosten und die erforderliche Standfestigkeit 20 m Höhe keinesfalls übersteigen. Die Stützen selbst sind

Pfeiler aus Holz, deren Construction durch die Terrainbeschaffenheit und Höhe bedingt wird. Auf der Pfeilerkrone sind sodann zwei Tragrollen — längliche Walzen — in entsprechender Weise befestigt.

Die Last wird in geräumigen Kästen oder Kübeln a (Fig. 76) untergebracht, die beim Holztransporte auch aus einem Lattengefüge bestehen können. Mittelst der gebogenen Eisenstangen, des sogenannten Sattels b, werden diese Kästen auf das Seil aufgelegt. Der Sattel hat zwei Räder c c und ein hölzernes Mittelstück d, welch' letzteres unmittelbar auf das Seil gesetzt wird.

Eine zweite, verbesserte Construction des Sattels ist in Fig. 76 e abgebildet; dieselbe enthält nur ein Rad, während das Mittelstück mit einem eisernen Mantel umgeben ist und nach Bedarf abgeschraubt, beziehungsweise durch ein neues ersetzt werden kann. Nachdem das Seil an der Peripherie der Seilscheiben fest anliegt, so muß die Last von den letzteren auf Schienen aus Eisen überführt werden, welchem Zwecke die Räder an den Wagen zu dienen haben. Es erfordern die Sättel mit zwei Rädern auch zwei Parallelschienen, während für jene mit einem Rade eine Schiene genügt. Die Schienen sind in der Höhe der Seilscheiben derart angebracht, daß die Förderungsgefäße selbstthätig auf diese übergehen und die Seilscheiben unbehindert umlaufen können.

Bei einer Mittelstation haben die Schienen eine Neigung in der Richtung der Seilbewegung und gleitet auf ihnen die Last in Folge der eigenen Schwere selbstthätig, bis sie das Förderseil erreicht, welches sie dann nach ihrem Endziele mitnimmt. In der Endstation dagegen ist der Scheitel der Ausweichschiene zugleich der tiefste Punkt, bis zu welchem die Wagen selbstthätig gleiten, während sie nach erfolgter Entleerung durch die Ablademannschaft bis auf das Tragseil geschoben werden müssen.

§. 119. Anwendung und Betriebsergebnisse der Drahtseilbahn System Hodgson.

Auf der fürstlich Schwarzenberg'schen Domäne Gratzen in Böhmen ist eine Drahtseilbahn System Hodgson in einer Länge von 4369 m für den Transport von Torf angelegt worden. Als Motor dient ein Locomobile von 10 Pferdekräften. Das Seil ist 15 mm stark und läuft über Seilscheiben, deren Durchmesser 1·9 m beträgt. Das Förderseil wird in Abständen von 56—78 m unterstützt und bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 1·8—2·5 m per Secunde.

In 10 Arbeitsstunden sind 2000 Lasten oder 1000 q auf dieser Seilbahn, die stellenweise eine Neigung von 20% zu überwinden hat, gefördert worden. Der Transport eines q bedingte einen Arbeitsaufwand von 0·005—0·006 Tagschicht. Wenn diese Leistung auf den Transport von Holz umgewandelt wird, so berechnet sich für den fm^3 weiches, lufttrockenes Fichtenholz ein Förderaufwand von 0·023—0·028 Tagschicht und für lufttrockenes Buchenholz ein solcher von 0·036—0·044 Tagschicht, ausschließlich der Betriebskosten des Motors und der Erhaltungs- und Amortisationskosten der gesammten Anlage.

§. 120. Die Vortheile und Nachtheile der Seilbahnen nach dem System Hodgson.

Betrachten wir diese Transportweise nur vom rein forstlichen Standpunkte aus, so lassen sich die Vor- und Nachtheile der Drahtseilbahnen nach obigem System in folgende Punkte zusammenfassen.

Die Vorzüge derselben bestehen zunächst:

1. in der Möglichkeit, mit Lasten Flüsse, Bäche, sumpfige Stellen u. dgl. übersetzen zu können, ohne weitere Bauten als jene der Seilträger, für welche Anlagen übrigens die besten und entsprechendsten Punkte gewählt werden können;

2. in dem Umstande, daß die Transportanstalt kein Terrain für eine Schienenstraße bedarf, nachdem die Seillagerung in einer beträchtlichen Höhe über dem Boden erfolgen kann, und

3. in dem weiteren Umstande, daß selbst ein stark hügeliges Terrain der Anlage kein Hinderniß bietet, nachdem das für derartige Bodengestaltungen genügende Gefälle von 12·5%, ja selbst 20% angewendet werden darf.

Dagegen müssen

1. die bedeutenden Anlagekosten, *

2. die geringe Tragfähigkeit und

3. das Erforderniß eines verhältnißmäßig geringen Gefälles als wesentliche Nachtheile bezeichnet werden.

Speciell die geringe Tragfähigkeit und zum Theil auch der Ausschluß eines stärkeren Gefälles sind Nachtheile, die der Drathseilbahn System Hodgson im forstlichen Transportwesen nur eine beschränkte Anwendung sichern.

§. 121. Drahtseilbahn System Müller.

Im Principe ist die Seilbahn System Müller der Hodgson'schen gleich; denn auch hier wird mittelst eines Motors ein endloses Seil und damit die hierauf gehängte Last fortbewegt. Die Hauptbestandtheile des Müller'schen Seiltrajectes, und hierin liegt der Unterschied vom System Hodgson, sind zwei parallel nebeneinander laufende, endlose Drahtseile, die auf der Endstation über Seilscheiben laufen. Findet der Antrieb aus einer Zwischenstation der Bahn statt, so sind sechs, sonst nur vier Seilscheiben erforderlich, wenn nämlich der Motor an einer der Endstationen aufgestellt ist. Als zulässiges Gefälle können 16—17% angenommen werden. Die Seilscheiben erhalten gewöhnlich verticale Achsen und stehen somit horizontal oder in der Verlängerung der Bahn, wobei dann denselben eine entsprechend schiefe Stellung gegeben werden muß. Seilscheiben mit horizontalen Achsen erheischen einen complicirten Mechanismus, vertheuern den Transport und machen den Betrieb gefährlich, nachdem die Wagen zwischen den rotirenden Seilscheiben durchgeschoben werden müssen. Dieselben empfehlen sich somit keinesfalls für den forstlichen Betrieb.

Die Antriebsscheiben, d. i. jene Seilscheiben, welche unmittelbar vom Motor in Bewegung gesetzt werden, haben feste, unverrückbare Lager, während die der zweiten Station, wie bei der Hodgson-Seilbahn, in einem beweglichen Schlitten ruhen, welcher nach Erforderniß durch eine Schraube oder durch ein Gewicht selbstthätig bewegt wird, wodurch die erwünschte und nothwendige Spannung der Tragseile erhalten werden kann. Die Tragseile werden in ihrer Stärkedimension von den zu tragenden Lasten bedingt und müssen in Entfernungen von 60—150 m mittelst Tragrollen derart unterstützt werden, daß eine Behinderung des Lastentransportes nicht eintreten kann. Die Last selbst wird (Fig. 77) in offene oder geschlossene Kästen verladen, die mittelst der Klauen a auf den zwei Tragseilen ruhen. Nachdem jeder Wagen zwei solche Eisenbänder mit je zwei Klauen besitzt, so erhält die Last, beziehungsweise der Wagen auf den ihn einschließenden zwei Tragseilen vier Stützpunkte. Am unteren Theile hat der Wagen zwei Räderpaare b,

* Die Anlagekosten berechnen sich auf 3 fl. 25 kr. per laufenden Meter. „Oesterreichische Monatsschrift für Forstwesen," 1872, p. 77.

mittelst deren er dann auf Schienen um die Scheiben zu den Verleer- oder Auflade-plätzen überführt werden kann. Wir finden auch darin eine Aehnlichkeit mit der Hodgson-schen Seilbahn.

Zur möglichsten Schonung der Seile müssen sowohl die Seilscheiben, als auch die Tragrollen innerhalb der Förderstrecke, desgleichen alle Metalltheile, mit denen das Seil in Berührung kommen könnte, mit Holz ausgefüttert oder verkleidet werden. Zunächst den Stationen sollen die Tragseile in einer solchen Höhe laufen, daß die Wagen mit den Rädern auf die Schienen zu stehen kommen und sich somit von selbst aushängen, während sie auf der entgegengesetzten Seite, wenn der Abstand zwischen den Schienen und Trag-seilen successive größer wird, von den letzteren gehoben und fortgenommen werden. Holz in längeren Stücken, beispielsweise Klötze von verschiedener Länge und Dimension, werden auf zwei Querhölzer gelagert, die in eingekerbten Rinnen auf dem Seile ruhen und darauf mittelst vorgesteckter Holz- oder Eisennägel gehalten werden.

§. 122. Seilbahn System Sigl.

Eine Seilbahn nach diesem Systeme ist in der Länge von 606 m auf der Sophien-alpe bei Hütteldorf zunächst Wien von der Maschinenfabrik G. Sigl erbaut und im Jahre 1874 in Betrieb gesetzt worden. Die wesentlichen Bestandtheile der Drahtseilbahn Patent Sigl sind:

a) zwei parallele Bahnen mit Lang- und Querschwellen,
b) zwei Seilscheiben,
c) ein endloses Drahtseil, welches über die zwei Seilscheiben läuft und mitten zwischen den Schienen der beiden Fahrbahnen über kleine Holzrollen weitergeführt wird,
d) die Fahrmittel,
e) ein Motor, mittelst dessen die eine der Seilscheiben angetrieben wird.

Als Motor kommt gewöhnlich Wasser- oder Dampfkraft in Verwendung, wobei es gleichgiltig ist, auf welcher Station jener aufgestellt wird, beziehungsweise von wo aus der Antrieb erfolgt. Die Achsen der zwei Seilscheiben werden vertical oder nach Erfor-derniß auch etwas schief gestellt, und ist die der Antriebsscheibe entgegengesetzte Seil-scheibe mit einer selbstthätigen Spannvorrichtung (in ähnlicher Weise wie bei der Hodgson-schen Seilbahn) versehen, d. h. die Achse der zweiten Seilscheibe ist beweglich und mit einem entsprechenden Gewichte mittelst eines Seiles in Verbindung. Durch das Gewicht wird die Seilscheibe entweder nach rückwärts gezogen, wenn die Spannung des Seiles nachläßt, oder es wird gehoben, beziehungsweise die Seilscheibe nach vorne verschoben, wenn sich das Seil in Folge des Witterungseinflusses verkürzt haben sollte, d. h. wenn die Seilspannung über das gewünschte oder zulässige Maß gestiegen ist.

Die Fahrmittel richten sich nach der Form und Beschaffenheit der Lasten, und werden in den meisten Fällen gewöhnliche Rollwagen entsprechen, deren Plattform nur für die Aufnahme der Last entsprechend herzustellen wäre. Das Seil selbst hat in bestimmten Entfernungen * kleine Kugeln eingegossen, die als Mitnehmer der Wagen zu dienen haben, die zu diesem Behufe mit eigenthümlich construirten klauenartigen Fangapparaten versehen

* Auf der Bahn zur Sophienalpe sind die Kugeln in Entfernungen von 50 m angebracht.

werden. Diese Fangapparate sind Halbkugeln mit federnden Hebeln, welche beim Transporte die Drahtseilkugeln umfassen und hiedurch einerseits für die Beförderung eine entsprechende, feste Verbindung herstellen, die andererseits an der Endstation wieder leicht gelöst werden kann. Die Anfangs- und Endstation enthält ein hölzernes Podium mit Schiebebahnen, auf denen die Lasten nach Erforderniß zu- und abgeschoben werden können, während unterhalb desselben die Seilscheiben, dann der Antrieb des Motors entsprechend angebracht sind.

Die Vorzüge der Seilbahn Patent Sigl sind in Folgendem begriffen:

a) in der verhältnißmäßigen Billigkeit und Einfachheit der Anlage, sowie des Betriebes;
b) in der Verwendbarkeit derselben sowohl in der Ebene, als auch auf geneigtem Terrain, denn diese Bahn gestattet Steigungen selbst bis zu 25%;
c) in der großen Gleichmäßigkeit des Betriebes;
d) in der Möglichkeit, die Anlage nach den jeweilig gegebenen Lasten und verfügbaren Motoren mit Leichtigkeit modificiren zu können.

Diese Transportanstalt, welche bisher unter den Seilbahnen zu den besten gerechnet werden kann, empfiehlt sich für den Transport größerer Massen, wenn letztere bergan geführt werden müssen. Bei normalen Verhältnissen können auf der 606 m langen Probebahn auf der Sophienalpe per Stunde 48 Wagen emporgezogen werden. Nachdem ferner bei einer vollen Seilumdrehung 12 Wagen emporgefahren werden, so erforderte letztere einen Zeitraum von 15 Minuten oder eine Seilgeschwindigkeit von 1·34 m per Secunde.

Zum Betriebe der Sigl'schen Drahtseilbahn wird ein Motor in der Stärke von zwölf Pferdekräften benöthigt und es erfordert, wenn von den Steigungs- * und Geschwindigkeitsverhältnissen abgesehen wird, der Transport von 1 q Last eine halbe Pferdekraft, während die Rigibahn 4, die Zahnradbahn auf den Kahlenberg 3, die Drahtseilbahn auf den Leopoldsberg 2·6 Pferdekraft erheischt.

---

* Auf keiner Seilbahn übersteigt das Gefälle die Höhe von 25%.

Dritter Theil.

Die Holzlieferung zu Waſſer.

I. Abſchnitt. Die Triſt. (Das Schwemmen ungebundener Hölzer.)

I. Capitel: Die Triftanſtalten, deren Aufgaben und Leiſtungen.

§. 123. Die verſchiedenen Arten des Holztransportes zu Waſſer.

Das Waſſer wird faſt in allen bewaldeten Gebirgsgegenden als Mittel zur Beförderung des Holzes benützt und es hat der Waſſertransport ſpeciell in Oeſterreich eine ausgedehnte und im volkswirthſchaftlichen Sinne auch ſegensreiche Anwendung gefunden. Werden Hölzer von unterſchiedlicher Form und Dimenſion in einzelnen loſen Stücken einem fließenden Waſſer zur Fortbewegung überlaſſen, ſo bezeichnen wir dieſe Art des Holztransportes als Einzelflößung oder kurzweg als Triſt, zum Unterſchiede von der gebundenen oder eigentlichen Flößung, wo die Hölzer im gebundenen Zuſtande dem Waſſer zur Weiterbeförderung übergeben werden. Nachdem das Triften von Holz in Folge ſeines loſen Zuſtandes gewiſſe Bedingungen an die Breite der Triftſtraßen ſtellt, ſo wird vorwiegend wohl nur Brennholz, dann Stammſtücke (Klötze) bis zu gewiſſen Längen und Langholz nur ausnahmsweiſe getriftet.

Wir unterſcheiden ſomit eine Brenn- und Nutzholztriſt, und mit Rückſicht auf den Umſtand, ob das gewöhnliche Waſſer zur Fortbringung der Hölzer genügt oder ob es durch künſtliche Vorkehrungen verſtärkt werden muß, die Triſt mit Selbſt- und die mit Klauswaſſer (Stauwaſſer). Zur letzteren Art iſt auch der Holztransport mittelſt der Waſſerrieſen hinzuzurechnen.

Werden Hölzer über ſtehende Gewäſſer, d. i. über einen See getriftet, ſo nennt man dieſe Art des Holztransportes zu Waſſer das Rahmen oder Scheeren des Holzes. In dieſem Falle muß die fortbewegende Kraft des fließenden Waſſers durch Menſchenkraft erſetzt werden. Endlich gehört unter die Arten des Transportes zu Waſſer auch noch das Verführen der Hölzer auf Schiffen.

Wir können ſomit die bekannten Transportweiſen des Holzes zu Waſſer folgenderßen untertheilen:

I. Das Triften der Hölzer (Holzſchwemmen).

A. Nach der Beſchaffenheit des Holzes:

a) Brennholztriſt,
b) Nutzholztriſt.

B. Nach der Beschaffenheit des Triftwassers:

a) Trift mit Selbstwasser,
b) Trift mit Klaus- oder Schwellwasser.

C. Nach der Beschaffenheit der Triftstraße:

a) Trift auf unregulirten Bächen,
b) Trift auf regulirten Bächen,
c) Trift in künstlichen Canälen* oder in Wasserriesen.

II. Das Rahmen oder Scheeren der Hölzer über stehende Gewässer.

III. Der Holztransport mittelst der Schiffe.

IV. Das Flößen des Holzes im gebundenen Zustande.

§. 124. Die Vortheile der Trift.

Dieselben bestehen zunächst:

1. in der billigen Bringung,
2. in der Entbehrlichkeit des Zugviehes und in dem geringeren Erfordernisse von Arbeitskräften,
3. in der Möglichkeit, größere Massen von Holz in kurzer Frist abliefern zu können, und
4. in der Zulässigkeit, mit einem kleinen Anlagecapital umfangreiche Forste zu erschließen.

Wenn von allen Nachtheilen der Trift abgesehen wird, so lassen sich die Hölzer, namentlich auf sehr weite Strecken, unbestritten durch Triften oder Schwemmen am billigsten abliefern. Ganz besonders tritt dieser günstige Umstand bei den minder werthvollen Holzsortimenten hervor und wird namentlich auffällig, wenn die Kosten der Trift mit jenen, die der Transport der Hölzer auf Waldwegen unter Verwendung von Menschen- oder Zugkraft verursacht, verglichen werden. Dies gilt jedoch nur von dem thatsächlichen Triftaufwande. Es können nämlich Umstände die gesammten Triftkosten, die bei der Erörterung der Nachtheile der Trift eingehend besprochen werden sollen, durch Schäden oder ein anderweitiges Erforderniß leicht derart erhöhen, daß von einer Billigkeit dieser Art des Transportes auf Wasserstraßen nicht mehr die Rede sein kann.

Vergleichen wir das Triftgeschäft noch weiter mit der Art und Weise der Lieferung durch Zugthiere oder mittelst Menschenkraft, so gewährt die Trift im ersteren Falle die Entbehrung von Zugvieh, im zweiten einen namhaften Minderbedarf an Arbeitskräften, was an manchen Oertlichkeiten, wo ein großer Mangel des einen wie der anderen sich

---

* Nach den Mittheilungen von J. Heyrowsky in der „Vereinsschrift für Forst-, Jagd- und Naturkunde", 5. Heft, 1849, wurde auf der Herrschaft Krumau in Böhmen in den Jahren 1788—1789 ein Schwemmcanal erbaut und damit das Schwemmen von Holzscheitern bis an das Ufer der Donau ermöglicht.

Der Canal, der im Jahre 1821 verlängert wurde, hat eine Gesammtlänge von 51·3 km, eine Breite von 1·89 m an der Sohle und 3·79—5·69 m auf der geböschten Oberfläche, eine Tiefe von 0·95 m und ein Gefälle von 0·16%.

fühlbar machen kann, nicht unterschätzt werden darf. Es müssen demnach diese beiden Momente zu den Vortheilen der Trift gezählt werden. Der dritte Vortheil der Trift, d. i. die Möglichkeit, in kurzer Frist größere Massen von Hölzern abliefern zu können, liegt auf der Hand und bedarf es nur eines Hinweises auf jene Schwemmgebiete, in denen bei günstigem Triftwasser in wenigen Wochen ganz enorme Massen von Holz in Bewegung und nach ihrem Bestimmungsorte gebracht werden können.

Die Zulässigkeit, mit einem geringen Anlagecapitel umfangreiche Forste zu erschließen, tritt zunächst wohl nur in jenen Oertlichkeiten in den Vordergrund, wo die Triftstraßen in ihrer natürlichen Beschaffenheit, also ohne weitere Regulirungsbauten für den Schwemmbetrieb benützt werden können, und wo das erforderliche Triftwasser auch ohne Herstellung von Triftklausen und Schwellwerken vorhanden ist. Endlich müssen auch die Ländplätze von einer solchen Beschaffenheit sein, daß die Anlage kostspieliger Fanggebäude entbehrt werden kann. Andererseits wird in jenen Gegenden, wo die vorhandenen Wasserläufe für den Schwemmbetrieb durch umfangreiche Regulirungsbauten, Klausen, Wasserfänge und Rechengebäude erst practicabel gemacht werden müssen, von einer Zulässigkeit, die Forste mit einem kleinen Anlagecapital zu erschließen, nicht die Rede sein können.

§. 125. Die Nachtheile der Trift.

1. Beschränkte Nutzholzgewinnung.

Wenn wir nur das Schwemmen von Brenn- und Nutzholz im losen Zustande in's Auge fassen, und das ist ja hier unsere specielle Aufgabe, so gelangen wir bei näherer Prüfung der meisten Triftstraßen im Hochgebirge zu dem Schlusse, daß die Möglichkeit, Nutzhölzer abzutriften, und zwar mit Rücksicht auf deren Dimensionen, sich nur in sehr enggezogenen Grenzen bewege. So wird beispielsweise das Abtriften von Schnittblöchen (Klötzen), deren Länge 6 m übersteigt, in manchen Oertlichkeiten auf große Schwierigkeiten stoßen, ja es kann die Ausführung des Vorhabens unter Umständen geradezu unmöglich werden. Manche Gebirgsbäche gestatten überhaupt nur die Trift von höchstens 1—2 m langen Hölzern, von welchem Holze möglicherweise ein Theil ausgeschieden und zu besseren Preisen als Nutzholz käuflich an den Mann gebracht werden könnte.

Bei dem Langholze wird wohl in den meisten Fällen von einer Trift im losen Zustande auf natürlichen Wasserstraßen, ohne daß diese einer umfangreichen Regulirung unterzogen worden wären, keine Rede sein können, und liegt es somit auf der Hand, daß die Nutzholzgewinnung bei dem Triftbetriebe nur in einem beschränkten Ausmaße eintreten wird, ja unter Umständen dieselbe gänzlich unterbleiben muß. Der Wirthschafter wird somit in solchen Oertlichkeiten, wo ihm nur Triftstraßen von ungünstiger Beschaffenheit zur Verfügung stehen, zu einer reinen Brennholzwirthschaft, d. i. zu einer minder ertragsfähigen Ausnützung der Forste gedrängt. Selbstverständlich entfällt dieser Nachtheil in jenen Gegenden, wo überhaupt von einer intensiven Nutzholzausscheidung aus Mangel an Absatz und Verwerthung oder aus anderen localen Gründen gänzlich abgesehen werden muß.

2. Quantitäts- und Qualitätsverlust.

Der Quantitätsverlust bei dem Schwemmen der Hölzer, beziehungsweise der Triftcalo summirt sich aus dem Verluste, der durch Absplitterung, Rindenabgang u. dgl. entsteht, und aus jenem, der dadurch erwächst, daß Hölzer während der Trift sinken, mit Geschieben überlagert werden und somit gänzlich in Verlust gerathen.

Auf die Höhe des Triftcalos haben Einfluß:

a) Die Länge der Triftstrecke und die Beschaffenheit des Bachbettes.

Je länger die Triftstrecke und je steiniger und felsiger das Bachbett und seine seitlichen Profile sind, um so mehr wird das Triftholz abgestoßen, beschädigt, also der Triftcalo erhöht.

b) Die Beschaffenheit des Längen- und Querprofils eines Triftbaches.

Wenn sich beispielweise das Bachprofil zu einer förmlichen „Klamm" verengt, so bilden sich leicht Stopfungen und Stauungen, bei deren gewaltsamem Durchbruche die Hölzer in einem mehr oder minder hohen Grade gebrochen und beschädigt werden. Wasserfälle und Abstürze im felsigen Terrain innerhalb der Triftstrecke tragen gleichfalls namhaft zur Erhöhung des Triftcalos bei.

c) Die Holzart und der Trockengrad desselben.

Hartes, dann frisch erzeugtes und nasses Holz verliert, wenn es durch weitere Aufnahme von Wasser den zulässigen Grad von Schwere übersteigt, die Fähigkeit zu schwimmen und sinkt unter; desgleichen gibt Rundholz mehr Senker als aufgespaltenes, und sinkt auch Astholz leichter als Stammholz, weil ersteres verhältnißmäßig schwerer ist. Auch ist die sonst sehr gesuchte Eigenschaft des Holzes leichter Spaltbarkeit Ursache, daß das Triftholz zersplittert und in einem hohen Grade beschädigt wird, wenn dasselbe durch die Gewalt des fortfließenden Wassers an felsige Uferstellen mit Kraft geworfen wird.

d) Zu einer ganz besonderen Steigerung des Triftcalos führt der Umstand, wenn der Triftbach in einen See einmündet und die Hölzer mittelst Bögen schwimmend über den See gerahmt werden müssen.

Wohl kann dieser ungünstige Umstand zum Theil mitunter sogar gänzlich behoben werden, wenn es nämlich die Oertlichkeit gestattet, die Hölzer aus dem Triftbache, bevor sie in den See gelangen, durch einen künstlich angelegten Teich * mit ruhigem Wasser zu leiten.

Hier werden jene Hölzer, welche durch die erlangte Schwere das Vermögen des Schwimmens verloren und nur noch in Folge des starken Gefälles und der fortbewegenden Kraft des Wassers im Triftbache sich weiterbewegt haben, sofort zu Boden sinken, können nachträglich gehoben und nach allfälliger Austrocknung dem Weitertransport unterzogen werden. Nachdem aber jeder Gebirgsbach, der in einen See mündet, an der Einmündungsstelle einen Schuttkegel erzeugt, so ist auch der See an dieser Stelle in einer mehr oder minder großen Ausdehnung von geringer Tiefe, und genügt es in einem solchen Falle, wenn um diese minder tiefe Stelle ein Bogen gespannt wird, um die Hölzer darin aufzufangen. Das schwere Holz wird sogleich zu Boden sinken, kann aber nachträglich gehoben und mittelst Schiffe an das nahe Ufer zur Austrocknung überführt werden.

e) Die Geschiebeführung eines Baches.

Wenn ein Triftbach bedeutendes Geschiebe mit sich führt, so können einzelne Senklinghölzer von Geschieben überlagert werden und entziehen sich dann der Bergung bei der seinerzeitigen Nachtrift.

f) Der Gesundheitsgrad des Holzes,

d. h. der Umstand, ob ein anbrüchiges und morsches Holz der Trift übergeben wurde, weil dieses ungemein leicht zerbricht und sinkt, weiters ob längs der Triftstrecke Holzentwendungen stattfinden können, und endlich in welcher Weise das Holz im Walde gezaint und welches Uebermaß den Waldzainen auch thatsächlich gegeben wurde.

In Triftbächen, wo eine sorgfältige Nachtrift gepflogen und vorherrschend entrindetes Holz getriftet wird, schwankt der Triftcalo zwischen 1—5%, steigert sich aber bis zu 10%**, wenn die Trift über Gebirgsseen geleitet werden muß oder das Holz in

---

* Derartige Teiche sind insbesondere bei den Wasserriesen mit großem Gefälle unentbehrlich.

** Wessely veranschlagt den „Triftschwund" in seinem Werke: „Die österreichischen Alpenländer," p. 422, mit 5—28% und unter gewöhnlichen Verhältnissen mit 8—16%. Dieser Verlust ist mit einem Arbeitsaufwande von 0·19—0·38 Tagschicht per fm³ gleichzuhalten. Nach den Mittheilungen des königlich bayerischen Ministerialforstbureaus stellt sich der Triftcalo bei der

Saline	Reichenhall	mit	17·54%
„	Traunstein	„	13·90 „
„	Rosenheim	„	10·50 „
„	Berchtesgaden	„	4·28 „

uncntrindetem Zustande der Trift übergeben wird. Der Massencalo bei der Nutzholztrift, beispielsweise bei Schnitthölzern (Klotzholz), erstreckt sich wohl nur ausschließlich auf das Bestoßen und Absplittern der Stirnseite. Damit nun diese Waare an ihrem Gebrauchswerthe keine Einbuße erleide, wird den Schnittklötzen, Saghölzern oder sonstigen Nutzholzstücken eine Ueberlänge gegeben, d. h. dieselben erhalten eine größere Länge, als dies durch die ortsüblichen Marktverhältnisse gefordert wird. Die Ueberlänge, welche nun die zur Abtriftung bestimmten Nutzhölzer erhalten und die dem Käufer nicht in Rechnung gestellt werden kann, muß folgerichtig als Quantitätsverlust dem Nutzholz zugelastet werden, es wäre denn, daß die Nutzhölzer die Ueberlänge mehr aus dem Grunde bekommen hätten, daß sie in einem ungünstigen Erdgefährte zum Triftbache geliefert werden mußten, in welchem Falle jener Massenverlust den beiden Bringungsmitteln zu gleichen Theilen zuzurechnen ist. In den meisten Fällen wird eine Ueberlänge von 1—2% der gesammten Länge des Nutzstückes genügen. Der Verlust an unbewertheter Holzmassa durch die Ueberlänge bei 4—8 m langen Nutzholzstücken schwankt zwischen 1—3%.

Bei dem Brennholze besteht der Qualitätsverlust in der Einbuße der Brennkraft* und in einem Ausfalle bei den besseren Holzsortimenten**; bei dem Nutzholze dagegen darin, daß zahlreiche Blöche (Klötze) durch das häufige Anstoßen an Steine oder an die felsigen Ufer zersplittert und rissig werden und in Folge dessen nur als Ausschußwaare, ja bei größerer Beschädigung gar nur als Brennholz an den Mann zu bringen sind. Die Höhe des Qualitätsverlustes bei dem Nutzholze läßt sich auch nicht einmal annähernd in Zahlen angeben, da derselbe lediglich von dem mehr oder minder günstigen Verlauf des Triftgeschäftes — Wasserstandsverhältnisse — und von der Beschaffenheit der Triftstraße im Allgemeinen abhängt.

3. Beschädigungen der Uferböschungen und der an die Triftstraße angrenzenden Culturgründe.

Ob und in welchem Grade und Umfange die Uferböschungen beschädigt werden können, hängt natürlich von deren Beschaffenheit und Festigkeit ab. So wird bei felsigen oder mit Stauden und Gestrüpp dicht bewachsenen Ufern von einer Beschädigung derselben durch die abgetrifteten Hölzer nichts zu fürchten sein. Dagegen kann eine Beschädigung der Ufer dort, und zwar in großem Umfange platzgreifen, wo dieselben aus einem leicht zerstörbaren und lockeren Materiale bestehen, das den Klauswässern und den damit anlangenden Trifthölzern nicht den gehörigen Widerstand entgegenzusetzen vermag. Ist einmal das auf natürlichem Wege gefestigte Ufer durch den Anprall der Hölzer verwundet worden, so genügt die einfache Kraft des abfließenden Wassers, die begonnene Zerstörung fortzusetzen und angegriffene Uferpartien in längerer oder kürzerer Zeit derart zu unterwaschen, daß Terraineinstürze — Uferbrüche — entstehen müssen.

Sind nun die Hänge oder seitlichen Begrenzungen steil emporsteigende Berglehnen, d gleichfalls aus einem leicht zerstörbaren Materiale bestehen, so werden sich diese

---

* In den Staatsforsten des Salzkammergutes wird die Entwerthung des Brennholzes in Folge d Trift mit 10% seines Tariswerthes bemessen.

** Forstmeister Rausch veranschlagt den Verlust im Sortimentsverhältnisse nach mehrjährigem Trift- e: ebnisse an der Raarn mit 9% bei hartem und mit 38% bei weichem Holze, d. h. 9%, beziehungsweise 3 % des im Walde als „gute Sorte" bezeichneten Brennholzes mußten auf den Ländplätzen in die Classe „usschuß" eingestellt werden. Der Bach war für die Trift nicht günstig.

Mit Selbstwasser wird die Trift in der Regel nur auf jenen untergeordneten Seitengräben betrieben, die eine kurze Durchflußstrecke und ein beschränktes Sammelgebiet besitzen und wo die Ausbringung von verhältnißmäßig unbedeutenden Holzmassen sich nicht öfters wiederholt. Dagegen werden Klausen und Wasserfänge dort erbaut werden müssen, wo alljährlich größere Holzmassen abgetriftet werden sollen und daher eine entsprechende Regelung und Sicherstellung des gesammten Schwemmbetriebes nicht umgangen werden darf.

Die Errichtung solcher Werke erfordert bekanntlich einen namhaften Capitalsaufwand, desgleichen erheischt auch die weitere Erhaltung derselben bedeutende Geldmittel, die dem Triftbetriebe zugelastet werden müssen. Die Amortisations- und Erhaltungskosten einschließlich der entsprechenden Verzinsung des Anlagecapitals können dort, wo bedeutende Betriebsbauten ausgeführt und in gutem baulichen Zustande erhalten werden müssen, die Kosten der Trift derart erhöhen, daß darunter der Vorzug derselben — die Billigkeit — ganz verloren geht.

6. Die Abhängigkeit von den Elementen.

Unbestritten wird die Trift in einem weit höheren Grade von den Elementen beeinflußt als eine Holzlieferung auf Waldwegen, denn es spielt die Witterung während der Trift trotz Klausen und Wasserfängen, dort besonders, wo solche Hilfsmittel gar nicht vorhanden sind, eine bedeutende Rolle; von ihrem Auftreten und von ihrem Einflusse auf den Triftwasserstand hängt — namentlich zur Zeit der Nachtrift — einzig und allein der Erfolg des Schwemmbetriebes, beziehungsweise des erzielbaren Aufwandes ab.

7. Hochwassergefahren.

Gewöhnlich muß die Trift zu einer Zeit erfolgen, wo noch größere Schneemassen im Gebirge vorhanden sind, deren Schmelzwasser zunächst für den Triftbetrieb in Aussicht genommen wird. Diese Jahreszeit birgt aber vielfache Gefahren in sich, die dadurch entstehen können, daß ein länger anhaltender Regen oder eine rapide Schmelzung der noch vorhandenen Schneemassen eintritt und zur Entstehung eines Hochwassers Veranlassung geben kann. Welchen Schaden aber ein Hochwasser während des Triftbetriebes anzurichten vermag, hängt natürlich von dem Umfange der Trift und von den auf den Triftstraßen liegenden Holzmassen ab. Sind diese sehr bedeutend und der Raum im Rechengebäude beschränkt, tritt zudem das Hochwasser rapid ein, so werden die auf den Triftstrecken liegenden Hölzer gehoben und in den Rechenhof eingeführt, wo es leicht zu einem Rechenbruch kommen kann, wenn der letztere nicht den erforderlichen Fassungsraum und den entsprechenden Grad von Festigkeit besitzen sollte. Mit einem Rechendurchbruch kann aber ein großer Theil des Triftholzes von den Hochfluten entführt werden und dadurch verloren gehen. Die Hochwassergefahren gehören somit zu den wesentlichsten Nachtheilen des Triftbetriebes.

8. Die Möglichkeit einer umfangreichen Holzentwendung.

In vielen Fällen führen die Triftstraßen durch zahlreiche und dicht bevölkerte Ortschaften oder zwischen fremden Culturgründen hindurch, wo eine Ueberwachung des Triftbetriebes trotz aller Sorgfalt nicht in jenem Grade gehandhabt werden kann, um der Holzentwendung erfolgreich entgegentreten zu können.

9. Die Triftschäden.

Auch die Triftschadenersätze, welche an die Anrainer der Triftbäche gesetzlich entrichtet werden, erreichen unter Verhältnissen, wo die Triftstraßen zwischen hochcultivirtem fremden Besitz hindurchführen, eine namhafte Ziffer, wenn namentlich längs der Triftbachufer keine ständigen Triftsteige vorhanden sind und die mit der Nachtrift beschäftigten Arbeiter die Culturgründe betreten müssen. Ueberdies sind auch die unvermeidlichen Triftschadencommissionen sehr kostspielige und zeitraubende Excursionen, die dem Triftunternehmer in den meisten Fällen viele Schwierigkeiten und Verwicklungen mit der Bevölkerung bereiten können.

10. Erschwernisse in dem Gange einer nachhaltigen Wirthschaftsführung.

Bleiben Hölzer in Folge eines ungünstigen Triftwassers auf den Triftstrecken zurück, so kann deren Ablieferung erst im nächsten Jahre erfolgen, wodurch die Nachhaltigkeit des Ertrages möglicherweise empfindlich gestört wird. Gegenüber diesem mehr zufälligen Zurückbleiben von Hölzern muß das Senkholz erwähnt werden, welches bei der Nachtrift gehoben und an geeigneten Plätzen am Triftbachufer gezaint wird, um sodann im kommenden Jahre wiederholt zur Abtriftung zu gelangen. Die unvermeidliche Manipulation mit diesen Senkhölzern, speciell deren rechnungsmäßige Durchführung und die Ueberwachung im Walde erschwert die Wirthschaftsführung; desgleichen erheischen die nicht unbedeutenden Mehrarbeiten, die ein umfangreicher Betrieb auf den Ländplätzen erfordert, wie beispielsweise das wiederholte Zainen, Sortiren, Abmessen, Uebernehmen und Verrechnen der ausgelandeten Hölzer, einen erhöhten Betriebsaufwand.

11. Erschwerung der Bringungsmanipulation.

Handelt es sich nur darum, aus einem bestimmten Bringungsgebiete die Hölzer mittelst der Zugthiere auszuliefern, so hat der Wirthschaftsführer in den meisten Fällen seine Aufgabe gelöst, wenn er den für die Ueberführung der Hölzer geeigneten Unternehmer gefunden hat, dessen Aufgabe es sodann ist, für die nöthige Bespannung und richtige Wahl des Zeitpunktes, wann allenfalls mit der Abfuhr der Hölzer am zweckmäßigsten begonnen werden soll, das Geeignete vorzusorgen. Anders ist es mit dem Triftgeschäfte, wenn es in einem größeren Maßstabe betrieben wird. Schon die richtige Wahl des Triftbeginnes, das Ineinandergreifen der unterschiedlichen Schwellwerke und Triftstrecken und die vielseitigen Maßnahmen, die getroffen werden müssen, um einerseits das Geschäft rasch abzuwickeln, während andererseits auch auf den möglichen Fall Bedacht genommen werden muß, daß innerhalb der Zeit des Triftbetriebes ein Hochwasser eintritt. Selbst dann, wenn sich für das Abtriften ein Unternehmer findet, muß das gesammte Triftgeschäft unausgesetzt überwacht und beeinflußt werden, weil die allfälligen Schäden eines Hochwassers für keinen Fall von dem Triftunternehmer mit übernommen und getragen werden. Es ist somit die Holztrift unter allen Verhältnissen ein umständliches Liefergeschäft, das große Schwierigkeiten und einen hohen Grad von Verantwortlichkeit mit sich bringt.

§. 126. Die natürlichen Eigenschaften einer Triftstraße.

Die gewöhnlichen natürlichen Triftstraßen haben nicht immer jene Beschaffenheit, die für einen guten Triftbetrieb erwünscht ist; es wird da und dort das Fehlende durch entsprechende Anlagen oder Bauten künstlich ersetzt werden müssen. Gewisse natürliche Eigenschaften indeß muß die Triftstraße besitzen, wenn sie überhaupt als Transportmittel in Frage kommen soll. Dahin gehören folgende Punkte:

1. Muß die Triftstraße einen derartigen Verlauf haben, daß die Hölzer nach jenen Oertlichkeiten getriftet werden können, wo deren Absatz mit einem günstigen Erfolge zu erwarten steht.

2. Muß die Breite der Triftstraße der Länge der abzutriftenden Hölzer entsprechen, d. h. dieselbe soll zum mindesten so groß sein, daß sich die Trifthölzer wenden können. Hiebei genügt es, wenn die Breite des Triftbaches die Länge der abzutriftenden Hölzer um circa 50—60 cm übertrifft, d. h. es können Hölzer auf einer gegebenen Triftstraße getriftet werden, deren Länge um das obige Ausmaß kürzer ist als die Breite des Triftbaches. Mit der zunehmenden Breite einer Triftstraße wird aber das Abtriften erschwert und ist beispielsweise auf großen Flüssen, die zahlreiche Nebenarme, Sand- und Schotterbänke haben, ganz unthunlich, d. h. es wird in einem solchen Falle anstatt der Trift der Transport der Hölzer in gebundenem Zustande eintreten müssen. Für die einfache Brennholztrift sind schmale Straßen, in denen das Holz mehr zusammengehalten wird, am entsprechendsten.

3. Muß das Gefälle der Triftstraße derart sein, daß die Hölzer, ohne sich übermäßig zu drängen oder zu treiben, schnell genug schwimmen können. Triftstraßen mit großem Gefälle erschweren den Triftbetrieb, veranlassen häufige Anstauungen, Stopfungen und ein Auswerfen der Hölzer auf vorhandene flache Uferstrecken, Sand- oder Schotterbänke und leiden dann die Trifthölzer noch überdies an ihrer Quantität und Qualität, wenn die Gefällsgrenze ein gewisses von der allgemeinen Profilbeschaffenheit abhängiges Ausmaß übersteigt.

4. Muß die Triftstraße aus ihrem Sammelgebiete durch eine genügende Zeitdauer so große Wassermassen zugeführt erhalten, daß wenigstens unter Benützung entsprechender Bauten die erforderliche Wassertiefe für den Triftbetrieb erzielt werden kann. Eine Wassertiefe von 60—100 cm dürfte für das Triften des harten und weichen Brennholzes, sodann des 4—8 m langen, weichen Klotzholzes vollkommen genügen. Nachdem ferner durch die zunehmende Abflußgeschwindigkeit das Tragvermögen des Wassers gesteigert wird, so wird auf einer Triftstraße mit größerem Gefälle auch mit einer kleineren Wassertiefe anstandslos getriftet werden können.

Die weiteren natürlichen Eigenschaften, die ein Triftbach haben soll und die nöthigenfalls künstlich geschaffen werden können, sind:

5. eine mäßige Geschiebeführung,

6. ein festes und gesundes Ufergelände und

7. eine für den Triftbetrieb günstige Situation der Triftstraße.

Diese letzteren Eigenschaften wird eine Triftstraße nur selten im erwünschten Maße sitzen, und werden wohl in den meisten Fällen mehr oder minder weitgehende Vorkehrungen oder Bauten ausgeführt werden müssen, um den natürlichen Trifthindernissen möglichst zu begegnen. Der wesentlichste Uebelstand bleibt immer der Wassermangel oder

der Fall, daß der benützbare Triftwasserstand von einer so kurzen Dauer ist, daß die zur Trift bestimmten Hölzer nicht ausgeliefert werden können. Die natürlichen Hindernisse, insoweit sie durch künstliche Bauten vollständig oder theilweise zu beheben sind, lassen sich daher kurz zusammenfassen wie folgt:

a) Mangel an entsprechendem Triftwasser;
b) Vorhandensein zahlreicher Sand- und Schotterbänke, hervorgerufen durch eine bedeutende Geschiebeführung;
c) Unzugänglichkeit der Ufer;
d) zu starkes Gefälle bei geringer Wassertiefe und felsigem Profil der Triftstraße;
e) ungünstiger Verlauf des Triftbaches in einem vielfach gekrümmten und verzweigten Wassergerinne.

Zu diesen natürlichen Trifthindernissen treten noch die künstlichen hinzu, d. h. alle Bauten im Triftbache, als: Wehren, Brücken und sonstige Wasserbauwerke, welche dem Triftbetriebe nicht minder unter ungünstigen Verhältnissen Schwierigkeiten bereiten können.

Es liegt auf der Hand, daß man dort, wo ein natürliches Gerinne für den Wassertransport der Hölzer benützt werden soll, mit allen verfügbaren technischen Mitteln auf eine Besserung der Triftstraße, beziehungsweise auf die thunlichste Beseitigung der natürlichen Hindernisse hinwirken soll. Dieses Ziel kann aber nur durch zweckmäßig ausgeführte Bauten oder Vorkehrungen, die auf eine fortgesetzte Reinhaltung des Gerinnes hinwirken, erreicht werden. Diese Maßnahmen können wir im Großen und Ganzen in vier Hauptgruppen zusammenfassen:

1. Bauten zur Beschaffung der erforderlichen Triftwassermenge (Schwellwerke).
2. Bauten zur Vermeidung oder doch Verminderung der Geschiebebildung:
   a) Wildbachverbauungen,
   b) Lawinenverbauungen,
   c) Bauten zur Festigung wunder Uferhänge.
3. Bauten zum Schutze der seitlichen Profile eines Triftbaches (Uferschutzbauten).
4. Ausführungen zur Besserung der Triftstraße im Allgemeinen (Triftbachräumungen).

Endlich müssen wir als fünften Punkt jener Bauten Erwähnung thun und sie in Berücksichtigung ziehen, welche ausschließlich dem Triftgeschäfte dienstbar sind, d. h. der Rechen- oder Fanggebäude, denen das Fangen und Ansammeln oder Einweisen der lose daherschwimmenden Trifthölzer in die Ländcanäle obliegt.

II. Capitel: Die Schwellwerke.

§. 127. Wesen und Eintheilung der Schwellwerke.

Schwellwerke sind im Allgemeinen Bauten, mit Hilfe welcher der erforderliche Triftwasserstand erzeugt und geregelt werden soll. Sie haben daher den Zweck, das Wasser in einem natürlichen Gerinne so lange festzuhalten, bis es sich zu einer wirksamen Masse angesammelt hat, um nach Oeffnung des Schwellwerkes die auf der Triftstraße liegenden Hölzer mit der erforderlichen Gewalt fortzuführen und an ihren Bestimmungsort hinzuschwemmen.

Die Anlagen zum Schwellen oder Zurückhalten des Wassers stehen gewöhnlich senkrecht auf den Stromstrich und schließen das Gerinne vollständig ab, während entsprechende Vorrichtungen die Möglichkeit offen halten, je nach Bedarf und der baulichen Anlage des Werkes entweder auf einmal oder in einer bestimmten Zeit das angesammelte Wasser ablassen zu können.

Mit Rücksicht auf Größe und bauliche Anlage lassen sich die Schwellwerke untertheilen:

a) in temporäre Wehren,
b) in stabile Wehren,
c) in Wasserfänge,
d) in Klausen.

Die Schwellwerke sind Anlagen zur Förderung des Holztransportes auf Wasserstraßen, und zwar ohne Rücksicht, ob die Hölzer im losen oder gebundenen Zustande dem Transporte unterzogen werden sollen.

§. 128. Das temporäre Wehr.

Ein temporäres Wehr, auch „Keuter" genannt, ist das einfachste Stauwerk und wird daher auch nur dort angewendet, wo vorübergehend geringe Holzmassen geflößt oder getriftet werden sollen, wo sich daher stabile Anlagen gar nicht rentiren würden. Die Wirkungen der durch ein temporäres Wehr erzielten Stauwässer sind selbstverständlich keine bedeutenden und gewähren wegen der minderen Widerstandsfähigkeit solcher Bauten nur dann den gewünschten Erfolg, wenn sie auf Triftstraßen von geringer Breite und mäßigem Gefälle zur Anwendung gelangen. Der Keuter oder das temporäre Wehr ist streng genommen ein einfacher Versatz aus Holz- und Faschinenmaterial und Erde und muß, um dem Zwecke zu entsprechen, möglichst wasserdicht hergestellt werden.

Mit dem temporären Wehr kann man in einem 4—6 m breiten Bach das Wasser bis zu 1 m Höhe in der Weise spannen, daß an der betreffenden Stelle, wo die Schwellung erfolgen soll, ein Stamm mit dem mittleren Durchmesser von 30—40 cm über beide Ufer senkrecht auf den Wasserlauf gelegt wird, der, wenn nicht etwa natürliche Felsen als Stützpunkte benützt werden können, durch vorgeschlagene Pfähle gegen eine Verrückung entsprechend gesichert wird. An diesen Stamm (Streckbaum) a (Fig. 78) werden, in Entfernungen von 30—50 cm, 10—12 cm im Mittel starke Stangen b schief angelehnt, auf denen eine doppelte Lage von Faschinen ruht, die mit einer hinreichend dicken Moos- und Erdschichte überdeckt und gegen das Durchdringen des Wassers gehörig gedichtet werden. Das Oeffnen des Keuters erfolgt, wenn das Stauwasser die obere Kante des Streckbaumes erreicht, in der Weise, daß die Pfähle entfernt oder der Streckbaum an einer Seite durchschrottet, beziehungsweise abgehauen wird. Das temporäre Wehr wird mit Rücksicht auf den geringen erzielbaren Erfolg und die damit verbundene Holzverschwendung nur in seltenen Fällen angewendet.

§. 129. Das stabile Wehr.

Dieses dient gleichfalls zum Ansammeln größerer Wassermassen, mit denen der Trift- oder Floßbetrieb nach Erforderniß unterstützt werden soll. Von dem temporären Wehr unterscheidet sich das stabile, auch Wasserstube genannt, zunächst durch die Möglichkeit

einer fortgesetzten Benützung und weiters durch Vorkehrungen, mittelst deren die Auslaufsmassen geregelt werden, so zwar, daß die geschwellten Wassermassen nicht auf einmal zum Abflusse gelangen, sondern der letztere je nach Bedarf auch auf eine längere Zeit ausgedehnt werden kann.

Mit einem gewissen Vortheil läßt sich ein stabiles Wehr nur in einer nicht zu rauhen Wasserstraße verwenden, d. h. es darf diese nicht mit Felstrümmern überlagert sein, damit schon ein mäßiger Abfluß des angesammelten Wassers die vorhandenen geringen Unebenheiten der Wasserstraße auszufüllen vermag, und soll diese auch kein großes Gefälle besitzen, weil sonst bei der zulässig höchsten Spannung von 2 m eine viel zu geringe Wassermasse zurückgehalten würde. Selbstverständlich ist bei der Wahl der Baustelle auf die entsprechende Beschaffenheit der Ufer und der Bachsohle zu achten, damit nicht zur Sicherung der Anlage erst kostspielige Schutzvorkehrungen getroffen werden müssen. Desgleichen sollen auch die beiderseitigen Ufergelände die geplante Stauhöhe mindestens um 1 m übersteigen.

Wenn sich die Wasserstraße oberhalb der Stelle, wo ein Wehr gebaut werden soll, beckenartig erweitert, so ist dieser Punkt für die Wehranlage ganz besonders geeignet, weil in einer solchen Situation mit einem verhältnißmäßig kleinen Bau große Wassermassen angesammelt werden können, wenn nicht etwa dadurch eine Ueberflutung der wasseraufwärts gelegenen Grundstücke oder eine zu heftige Einwirkung des Wasserstromes auf den Einbau zu befürchten kommt.

Wehrbauten für den Trift- und Floßbetrieb werden vorwiegend aus Holz und nur in Ausnahmsfällen aus Stein hergestellt. Sie bieten dem Flößereibetriebe bei niederen Wasserständen vielfache Vortheile, während sie wieder auf jenen Triftstraßen, wo das Holz im losen Zustande getriftet wird, nur dann zur Anwendung kommen dürfen, wenn es sich um die Verbesserung einer rauhen Triftstraße handelt. Die Wehrbauten vermindern einerseits das Gefälle, während sie andererseits wieder mit den angestauten Wassermassen bedeutende Unebenheiten und Trifthindernisse innerhalb der Triftstraße bedecken und somit zu deren Beseitigung wesentlich beitragen; nur müssen sie, wenn ein größerer Erfolg erzielt werden soll, in genügender Anzahl und zweckmäßigen Entfernungen * hergestellt werden.

Mit Rücksicht auf die bauliche Construction unterscheiden wir:

1. Grundwehren;
2. Ueberfallwehren:

a) mit steilem Abfall,

b) mit sanft geneigten Abschußböden;

3. Schleusenwehren.

Sowohl das Grund- als auch das Ueberfallwehr hat eine und dieselbe Construction; der Unterschied liegt eben nur in deren Höhe, nachdem die Krone des ersteren unter dem

* Bekanntlich kann die Stauhöhe des Wassers bei einem Wehr, dessen Wehrbaum über die natürliche Bodenoberfläche des Baches emporragt, aus der Formel $H = \sqrt[3]{\frac{1}{g}\left(\frac{6}{5}\,h\,.\,v\right)^2}$ berechnet werden, worin g die Acceleration der Schwere, h die Wassertiefe vor dem Wehr, v die mittlere Geschwindigkeit des Wassers im Bachbette bedeutet, während die Stauweite $w = \frac{3}{2}\,.\,H\,.\,\frac{c}{a}$ beträgt, worin $\frac{a}{e}$ das relative Bachgefälle ist d. h. in einem Bache, der auf 1000 m Länge einen relativen Höhenunterschied von 5 m besitzt, ist $\frac{a}{e} = \frac{5}{1000}$ und $w = \frac{3}{2}\,.\,\frac{1000}{5}\,.\,H\,.\,w = 300\,.\,H.$

kleinsten Wasserstand liegt, während die des letzteren zwischen die mittlere und höchste Wasserstandslinie hineinfällt. Werden in einem Ueberfall- oder Streichwehr Oeffnungen angebracht, mittelst deren das Wasser nach Bedarf geschwellt oder abgeschlossen werden kann, so bezeichnet man eine derartige Anlage als ein Schleusenwehr.

Bei Anlage eines Wehrbaues ist Folgendes zu beobachten:

1. Die Wehrkrone ist horizontal anzulegen und nur in dem Falle, als die Herstellung des Wehres nicht senkrecht auf den Stromstrich erfolgen kann, ist eine kleine Erhöhung der Wehrkrone an den beiden Landseiten bis zu einem Ausmaße von 15 cm zulässig. Mit dieser Erhöhung wird der Wasserüberfall mehr nach der Mitte geleitet und damit ein Schutz für die beiderseitigen Einbindstellen des Wehres in das Ufergelände erzielt.

2. Das Wehr ist möglichst senkrecht auf die Uferrichtung zu führen, nachdem bei einer schiefen Stellung der Anlage der Stromstrich an ein Ufer geworfen wird, da bekanntlich das Wasser senkrecht auf die Wehrrichtung abfließt.

3. Die Anlage ist sowohl im Grunde, als auch in den seitlichen Einbindstellen derart zu versichern, daß weder eine Unterspülung, noch eine Hinterspülung zu befürchten ist.

Das Grund- und das Ueberfallwehr.

In der einfachsten Construction besteht das eine wie das andere aus einer Reihe von Doppelpfählen, die in Entfernungen von 1·2—1·5 m tief im Boden eingerammt sind und zwischen denen ausreichend starke Bohlen auf die schmale Kante übereinandergestellt werden. Die Bohlen müssen jedoch so tief in den Boden versenkt werden, daß das Wasser unter ihnen keine Ausflußöffnung auszukolken vermag. In günstigen Verhältnissen genügt auch eine Reihe von Pfählen; nur werden dann die Bohlen vor die Pfähle derart auf die schmale und lange Kante gestellt, daß sie je nach der Beschaffenheit der Bachbettsohle mindestens 30—40 cm tief in den Boden reichen. Die zulässig größte Höhe kann für ein Wehr mit einer Reihe von Pfählen mit 0·9—1·0 m, bei Anwendung von Doppelpfählen mit 1·2—1·5 m, und wenn statt der Bohlen 24—30 cm starke und vierkantig bezimmerte Balken aufeinandergelegt werden, mit 2·1—2·4 m bemessen werden. Selbstverständlich müssen bei zunehmender Höhe die Pfähle hinreichend verstrebt werden, damit sie dem sich steigernden hydrostatischen Drucke widerstehen können.

Eine zweite Construction besteht darin, daß auf dem zugerichteten Grunde ein Grund- oder Fachbau gelegt wird, der sodann in einem Falz die Bohlen trägt, während das Unterspülen des Grundbaues durch vorgeschlagene Spundpfähle verhütet wird.

Eine dritte Construction, die für größere Stauhöhen anzuwenden wäre, ist in der Fig. 79 im Längen- und Querdurchschnitte dargestellt und besteht aus dem Fachbaum a, der mit Längs- und Querschwellen b, die in ihren Kreuzungspunkten auf die Grundpfähle c aufgezapft sind, zu einem Roste verbunden ist. An der Vorder- und Rückseite wird der Rost durch die vorgeschlagenen Spundwände d und e gegen eine Unterspülung versichert. Auf dem Fachbaume ruhen die mit Bändern zusammengefügten Bohlwände f, die durch entsprechende Stützen g und Streben h gehalten werden, welche wieder mit Rücksicht auf ihre Stärkedimensionen dem Drucke der gespannten Wassermassen entsprechen müssen. Der Rost selbst wird mit 40 mm starken Brettern i abgedielt und letztere mit Dielnägeln auf die Schwellhölzer festgenagelt.

Eine vierte Construction besteht in der Art, daß aus 24—30 cm starken Balken wagrecht auf die Uferlinie in einem Abstande von 1·5—2·0 m zwei parallele Wände hergestellt werden, die je nach der Länge der Gesammtanlage noch durch mehrere senkrechte Zwischenbinde untereinander zu verbinden sind. Die auf diese Weise gebildeten Kästen aus

Schrottwänden werden am zweckmäßigsten mit einer bindenden Erde ausgefüllt, nur soll dieselbe möglichst fest eingestampft werden. In Ermanglung von Erde muß zum Bachgeschiebe als Füllmaterial gegriffen werden. Die thalwärts gekehrte Wand wird um zwei bis drei Balkenlagen niederer angelegt, so zwar, daß die Oberfläche der Kästen, welche ihrerseits abgepflastert und sodann mit Holz abgedielt werden, eine Neigung erhält. An die Dielung wird stromaufwärts ein Balken angelegt, der das Ausheben der Dielhölzer verhüten soll, während diese die untere Wandung überragen können, damit das Wasser nicht unmittelbar am Fuße des Wehres abfalle.

Ein derartiges Kastenwehr kann bis zu einer Höhe von 2·5 m geführt werden, muß aber entweder auf einen Rost gestellt oder durch eine Spundwand gegen eine Unterspülung gesichert werden. Desgleichen ist thalabwärts die vom Absturzwasser getroffene Fläche, der sogenannte Wehrboden, gegen Auskolkung zu versichern.

Ein liegender Rost, dessen Felder mit einem möglichst fest verspannten Steinpflaster abgepflastert und mit Holz überdielt werden, wird am besten entsprechen. Eine hölzerne Ueberdielung der Wehrkrone und des Wehrbodens ist namentlich dann unerläßlich, wenn über das Wehr Hölzer getriftet werden.

Die bisher beschriebenen Wehrconstructionen haben einen starken Abfall und ist somit der Fuß einer derartigen Anlage stets durch das Wasser gefährdet, während die Wehrbauten mit sanft geneigtem Abschußboden in dieser Richtung einen höheren Grad von Sicherheit gewähren. Die letzgenannten Bauten bestehen aus mehreren parallelen Spundwänden a (Fig. 80) von verschiedener Höhe, auf denen die Schwellen b schief liegen, derart, daß auf diese Weise ein concaver Abschußboden erzielt wird. Die Zwischenräume sind mit Steinen und mit Rücksicht auf Wasserdichtigkeit in c mit einer lehmigen Erdschichte ausgefüllt.

In der gleichen Art kann ein Ueberfallwehr mit sanft geneigtem Abschußboden aus behauenen Steinen hergestellt werden, was aber natürlich einen bedeutenden Mehraufwand erheischt und nur in besonders wichtigen Fällen anzuwenden ist. In einem ruhigen und schlammführenden Wasserlaufe genügt als Wehr ein einfacher Steinwurf auf einer entsprechenden Faschinenbettung, der dann an der Oberfläche in einem möglichst flachen Bogen abgepflastert wird. Der Bogen enthält an der Wehrkrone eine convexe, thalabwärts eine concave Form, die dann in eine gerade Linie übergeht.

Die Nachtheile eines stabilen Ueberfallwehres bestehen darin, daß sie einerseits schnell versanden, andererseits dem Flößbetriebe Schwierigkeiten bereiten. Bei dem hölzernen Bohlenwehr können ab und zu die Bohlen entfernt und die angesammelten Schotter- und Schlammmassen vom Wasser beseitigt werden, so zwar, daß wenigstens der eine Nachtheil bei dieser Art des Baues behoben werden kann.

Das Schleusenwehr.

Dasselbe gewährt den Vortheil, daß

1. eine Versandung des Stauraumes nicht eintreten kann,
2. der Flößbetrieb und die Schifffahrt nicht erschwert wird, und
3. mittelst eines Schleusenwehres der Wasserabfluß nach Bedarf geregelt werden kann.

Denken wir uns in Fig. 79 anstatt der Bohlen kleine Aufziehschützen oder in den Gesammtbau die in Fig. 81 a dargestellte größere Schütze eingefügt, so geht das Ueberfallwehr in ein Schleusenwehr über und muß, nachdem die Schleuse auch zum Durchlassen der Flöße bestimmt ist, die Breite der Schleusenöffnung jener der Flöße ent-

sprechen, während die kleinen Ziehschützen lediglich für das Ablassen des Stauwassers verwendet werden. Das Schleusenwehr mit einer größeren Anzahl von kleinen Schützen, welche mit den übrigen Bestandtheilen des Aufsatzes entfernt werden können, heißt ein bewegliches, zum Unterschiede von dem unbeweglichen Schleusenwehr, wo die Schützen stabil sind, d. h. nicht entfernt werden können. In Fig. 81 a sind a die Spundwände, b die Pfähle für die Lang- und Querschwellen c und d, welche durch die Bretterdielung e abgeschlossen werden, f ist das Schützenthor und g die Vorrichtung zum Heben, beziehungsweise Oeffnen des Thores.*

Wenn durch die Anlage eines Schleusenwehres größere Spannhöhen, beziehungsweise größere Wasseranstauungen erzielt werden sollen, oder ein solches Object auf einen Boden gestellt werden muß, der nicht den gehörigen Festigkeitsgrad besitzt, so ist der Unterbau mit besonderer Sorgfalt herzustellen, d. h. es muß der Oberbau auf ein Kastenwerk oder einen Pfahlrost (Fig. 81 b und c)** gestellt werden, dessen Construction in einem folgenden Abschnitte eingehender behandelt wird.

Ein Wehr gestattet selbst bei ganz solider Construction nur eine beschränkte Stauhöhe und in Folge dessen auch nur das Ansammeln von verhältnißmäßig geringen Wassermassen, mit denen nicht immer der gewünschte oder gebotene Erfolg erzielt werden kann. Um das letztere zu erreichen, d. h. über größere Massen von Stauwasser verfügen zu können, werden Schleusenwehren von bedeutender Dimension erbaut, die man dann Wasserfänge, Klausen oder Schwallungen nennt.

§. 130. Die Seeklausen.

Eine Seeklause ist ein Schleusenwehr, welches man an der Ausflußstelle eines Gebirgssees zu dem Zwecke errichtet, um denselben zu stauen, beziehungsweise um die dadurch angesammelten Wassermassen für den Trift-, Floß- und Schifffahrtsbetrieb benützen zu können. Die Seeklausen sind entweder aus Holz construirt, oder aber es werden alle Theile bis auf die Schleusenthore aus Stein hergestellt. Die einzelnen Dimensionen, als: Stärke des Wehrkörpers, Art und Form der Versicherung des Grundes und der seitlichen Anlehnungspunkte, werden wie bei den Klausen oder den Schwellwerken von der beabsichtigten Stauung, beziehungsweise von dem dadurch hervorgerufenen hydrostatischen Drucke bedingt, und verweisen wir diesfalls auf das einschlägige Capitel. Die Stauhöhen schwanken gewöhnlich zwischen 1—2 m und dürfte dieses Ausmaß mit Rücksicht auf die schwierige Handhabung des Schleusenthores bei größeren Dimensionen selten überschritten werden. Im Uebrigen können bei ausgedehnter Fläche des gestauten Sees schon mit einer verhältnißmäßig kleinen Anstauung bedeutende Wassermassen zurückgehalten werden.

Eine Seeklause aus Holz wurde im Grundrisse und Schnitt in Fig. 82 dargestellt*** und ist dieselbe in drei verschiedenen Niveaux gezeichnet; die Partie a zeigt den Grundbau

---

* Bezüglich der Hebevorrichtungen bestehen unterschiedliche Constructionsformen. Diesfalls verweisen wir auf die Paragraphen über Anlage und Construction von Schleusen bei Klaus- und Rechengebäuden.

Behufs Förderung der Schifffahrt auf dem Traunflusse in Oberösterreich ist die Ausmündung des Traunsees mit einem System von Schleusen verbaut. Die Schleusenthore haben eine Breite von 6 m und eine Höhe von 1 m.

** Nach den Mittheilungen des Forstdirectors Brettschneider sind die in Fig. 81 b und c dargestellten Wasserschwellen an der Ybbs angewendet worden.

*** Seeklause an der Ausflußstelle des Aber- oder St. Wolfgangsees bei Ischl im oberösterreichischen Salzkammergut, erbaut im Jahre 1838. Eine hölzerne Seeklause ist auch an der Ausmündung des Hallstättersees bei Steg; dieselbe besteht aus 13 Holzkästen mit Steinfüllung und 12 Drehthoren.

und b den Schnitt durch die Schleusenthore, während in c gewissermaßen eine Daraufsicht dargestellt wurde.

Der Grundbau besteht aus sieben Kästen, deren Einfassungen aus einfachen Spundwänden hergestellt sind, während der übrige Raum auf die erforderliche Höhe mit Steinen und Geschieben ausgefüllt wurde. Die Kästen haben eine Breite von 2·45 m und eine Länge von 4·74 m und dienen der Dielung i, bezüglich der Schußtenne als Grundlage, während einzelne Spundsäulen emporragen und als Träger der über das Wehr führenden fahrbaren Brücke verwendet worden sind. An die Schußtenne i schließt sich eine zweite e an, und wurde, nachdem das Wasser bei p eine bedeutende Auskolkung hervorgerufen hatte, nachträglich das Gitterwerk d hergestellt und damit die Gewalt der abstürzenden Wassermassen gebrochen.

Die Dielung e und das Gitterwerk d ruhen auf den Holmen m und den Piloten l; desgleichen ist auch zum weiteren Schutze des Wehres gegen den Wasserdruck und eine allfällige Unterspülung vor dem Bau die Spundwand n und die Dielung o hergestellt und der Zwischenraum mit Steinen abgepflastert worden. Dem Wasserabflusse dienen sechs kleine Drehthore h und ein größeres Schlagthor g, welches mit einem einfachen Sperrgrindel geschlossen und geöffnet wird, während der Verschluß bei den kleinen Thoren nur mittelst eines einfachen Vorsteckholzes bewerkstelligt wird. Die Drehthore haben eine Breite von 2·21 m und ist die vertical gestellte Drehungsachse von der einen Kante 95, von der anderen 126 cm weit entfernt.

Der in die Dielung eingelegte und mit kleinen Löchern versehene Streifen r aus Eisen dient dazu, um mittelst Anwendung der Sapine das Schlagthor schließen zu können, dessen Breite 3·16 m und dessen Höhe gleich den Drehthoren 0·95 m beträgt.

Bei der Seeklause Fig. 83* sind die beiden Uferfesten und ein Mittelpfeiler aus Hausteinen (Quadern) erbaut, während die zwei großen Hebthore a, dann das Noththor b, endlich die Vorrichtung zum Heben der Hauptthore einschließlich der Ueberdachung des gesammten Baues aus Holz hergestellt waren. Die Thore hatten eine Breite von 5·4 m und eine Höhe von 1·5 m und wurden in der Weise gehoben, daß die Säulen c mit den kreuzweise durchgesteckten Hebeln d gedreht wurden, welche Bewegung die hölzernen Kegelräder e auf die horizontale Welle f übertrugen. An der Welle f waren die Thore mittelst der zwei Flaschenzüge g befestigt. Das Heben des Noththores b geschah gleichfalls durch die Drehung der Welle h, was mittelst durchgesteckter hölzerner Hebel, wofür in der Welle entsprechende Oeffnungen angebracht waren, bewerkstelligt wurde. Bei dem Umbau 1882/83 erhielt die Seeklause Fig. 83 die in Fig. 84 ersichtliche Umgestaltung. Im Uebrigen ist dieser Bau der in Fig. 85 dargestellten Seeklause an dem Ausflusse des Toplitzsees im steiermärkischen Salzkammergute ähnlich und unterscheidet sich nur darin, daß die Thore an den seitlichen Thorbalken Führungsrollen erhalten haben, die auf eingelegten eisernen Schienen laufen, und daß weiters das Heben der Thore durch die angebrachten Gegengewichte a an geschmiedeten Gliederketten wesentlich erleichtert wird.**

---

* Diese Klause wurde zu Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts am Ausflusse des Grundlsees erbaut. Im Jahre 1882/83 mußte der schadhafte Oberbau abgetragen werden und wurde sodann in der in Fig. 83 dargestellten Weise neuerlich mit einem Gesammtkostenaufwande von 7200 fl. hergestellt. Der Unterbau konnte in all' seinen Theilen verwendet werden.

** Zum Heben des Thores ist ein Arbeiter erforderlich.

In Fig. 85 ist die Ansicht, Fig. 86 der Grundriß und Schnitt einer Seeklause aus Hausteinen (Quadern) dargestellt. Das Heben der 1·18 m hohen und 1·89 m breiten Thore c geschieht mittelst des eisernen Getriebes a. Die thalwärts gelegene Sohle des Abflußgerinnes, d. h. das Vorfeld b ist mit einer Vorfeldpflasterung auf pilotirtem Rost gegen die Angriffe des ausströmenden Wassers geschützt, desgleichen ruht auch der gesammte Wehrkörper auf einem pilotirten Rost. Nachdem bei diesem Schwellwerke der Druck mit 3280 q, das Gewicht des Dammes mit 9356 q veranschlagt werden kann, so berechnet sich hieraus eine 2·85fache Sicherheit der Anlage.

Der Bau einer Seeklause, wie die Herstellung der dazu gehörigen Detailconstruction werden eingehender bei den Schwellwerken besprochen und verweisen wir diesbezüglich auf die nachfolgenden Capitel.

§. 131. Die Wasserfänge.

Die Wasserfänge sind mit Rücksicht auf ihre Construction Klausen von beschränkteren Dimensionen und haben mitunter nur den Zweck, Wassermassen anzusammeln, um einen Triftcanal oder eine Wasserriese in entsprechender Weise speisen zu können. Gleichzeitig erleichtern derartige Stauwerke das Einführen der Hölzer in die Triftcanäle oder Wasserriesen. Bezüglich der baulichen Herstellung eines Wasserfanges verweisen wir auf die nachfolgende Besprechung der unterschiedlichen Klausbauten.

§. 132. Die Klausen oder Schwallungen im Allgemeinen.

Die Klausen verfolgen das gleiche Ziel wie die Wehranlagen, nur gestatten sie mit Rücksicht auf ihre Dimensionen die Ansammlung großer Wassermassen, mit denen der Floß- oder Triftbetrieb in einer weit wirksameren Weise unterstützt werden kann. Entsprechend angelegte und dimensionirte Klausen erzwecken nicht allein eine Verstärkung des Floß- und Triftwassers, sondern ermöglichen die Trift auch auf rauhen und wasserarmen Straßen, auf denen an einen Holztransport mit Selbstwasser sonst gar nicht zu denken wäre. Es können somit schmale Wasserläufe in engen Thälern und Gebirgsschluchten, die nur zu gewissen Zeiten von einem fließenden Wasser durchzogen werden und deren Bachbett mit zahlreichen Geschieben und Felstrümmern überlagert ist, durch Klausbauten dem Holztransporte dienstbar gemacht werden, wenn nur zu jener Zeit, wo der Bach Wasser führt, das letztere in so ausreichender Menge vorhanden ist, daß ein Füllen der Klause oft genug vorgenommen werden kann.

Die Klausen können mit dem gleichen Vortheile in den Haupt-, wie in den Seiten- und Nebenthälern, desgleichen auch zur Stauung natürlicher Wasserbecken verwendet werden. Mit Rücksicht auf die Oertlichkeit ihrer Verwendung unterscheiden wir:

a) Hauptklausen,

b) Neben- oder Seitenklausen.

Auch lassen sich die Klausen entweder am Anfangspunkte oder innerhalb einer Triftstrecke herstellen, nur müssen im letzteren Falle die Abflußöffnungen eine derartige Construction erhalten, daß mit dem Wasser gleichzeitig Triftholz durchgelassen werden kann. Nach der Art der Wasserablaß-Vorrichtung können die gesammten Klausen in zwei Hauptgruppen untertheilt werden, und zwar:

a) in Zapfenklausen und

b) in Thorklausen, welche gleichzeitig auch zum Durchlasse des Triftholzes verwendet werden. Endlich können wir noch nach Maßgabe des Materials, aus welchem der Körper der Klause hergestellt wird, Erd-, Holz- und Steinklausen unterscheiden. Es kommen auch noch Anlagen vor, wo Erde und Stein oder Holz und Stein gleichzeitig zur Verwendung kommen. Die Nebenklausen haben nun die Aufgabe, ein beschränkteres Triftgebiet mit dem erforderlichen Triftwasser zu versehen. Sie werden daher in ihrer räumlichen Ausdehnung ungleich kleiner angelegt, als die auf größeren Triftstraßen erbauten Hauptklausen. Die technische Ausführung bleibt sowohl bei der Haupt-, als auch bei den Nebenklausen die gleiche, nur wird die Wahl der Baustelle, desgleichen die Bauherstellung bei einer Hauptklause mit größerer Umsicht und Sorgfalt getroffen werden müssen.

§. 133. Die allgemeinen Vorbedingungen für die Nothwendigkeit eines Klausbaues.

Der Bau einer Klause erheischt stets einen ansehnlichen Kostenaufwand; es wird daher vor Anlage eines bedeutenden Schwellwerkes vorerst die Nothwendigkeit eines solchen Baues wohl erwogen werden müssen. Den maßgebenden Einfluß auf die Entscheidung der Frage, ob der Bau eines Schwellwerkes einem thatsächlichen Bedürfnisse begegne und daher nicht zu umgehen sei, werden die localen Verhältnisse jenes Triftgebietes in erster Linie nehmen, in welchem der fragliche Bau ausgeführt werden soll; es können aber auch die Verhältnisse eines Haupttriftgebietes den Bau von Klausen in Seitenthälern nothwendig machen, aus denen entweder gar keine Hölzer zur Ablieferung kommen oder wo die Ausbringung auch in einer anderen Form entsprechend durchführbar ist.

Im Großen und Ganzen können wir die Anlage eines Schwellwerkes für ein bestimmtes Bringungsgebiet nothwendig bezeichnen:

a) wenn die Hölzer nur mittelst Triftens ausgeliefert werden können, d. h. wenn die Anlage und der Betrieb einer anderweitigen Lieferanstalt unthunlich sein sollte, ein Umstand, der übrigens erst in jeder Hinsicht auf das eingehendste zu erheben wäre;

b) wenn die Triftstraße kein genügendes Triftwasser besitzt oder das letztere nur eine so kurze Zeit andauert, daß die Beendigung der Trift mit aller Bestimmtheit in Frage tritt;

c) wenn aus dem betreffenden Triftgebiete alljährlich und nachhaltig größere Holzmassen ausgeliefert werden sollen;

d) wenn die Triftstrecke derart rauh ist, daß die Trifthölzer im hohen Grade beschädigt werden, eine gründliche Räumung des Bachbettes aber unverhältnißmäßige Kosten verursachen würde, während durch eine entsprechende Verstärkung des Triftwassers durch Schwellwasser dieser Uebelstand theilweise oder nahezu ganz zu beseitigen ist;

e) wenn das Durchflußgebiet, speciell die seitlichen Hänge der Triftstraßen eine genügende Festigkeit besitzen, so zwar, daß von dem vermehrten nachtheiligen Einflusse des Klauswassers keine Gefahr für die Sicherheit des Durchflußprofils zu erwarten steht;

f) wenn das Abtriften von Nutzhölzern mit größeren Längendimensionen geplant ist und voraussichtlich mit Vortheil in's Werk gesetzt werden kann;

g) mit Rücksicht endlich auf das angrenzende Triftgebiet, wenn eine Vermehrung des Triftwassers durch den Bau von Klausen in den Seitenthälern nothwendig sein sollte.

Auf die Größe des Schwellwerkes nehmen Einfluß:

a) das Erforderniß von Schwellwasser, d. h. der Umfang der Massen, welche angesammelt werden sollen;

b) die Beschaffenheit der Baustelle und der Triftstraßen im Allgemeinen;

c) die abzutriftenden Holzmassen nach Art und Menge;

d) die Länge der Triftstrecke, welche mittelst des gesammelten Schwellwassers bewässert werden soll.

§. 134. Bedingungen für die Wahl der Baustelle.

Die Ermittlung jener Stelle, auf welcher eine Klause gebaut werden soll, dann die Bestimmung der Dimensionen und des zu verwendenden Materials darf nur auf Grundlage eingehender Erhebungen und Berechnungen erfolgen. Diese Localerhebungen haben aber nicht ausschließlich nur jene Momente in den Kreis der Erwägungen zu ziehen, welche auf die technische Seite des Baues einen Einfluß nehmen, sondern sie müssen auch den Zweck der Anlage vom forstwirthschaftlichen Standpunkte aus, endlich den gesammten Zusammenhang der bereits bestehenden Bauten mit dem neuen Schwellwerke in's Auge fassen.

Bei der Wahl der Baustelle wäre daher insbesondere Folgendes zu beobachten:

1. Die Wirkung der angesammelten und sodann künstlich zum Abfluß gebrachten Wassermassen soll sich möglichst weit in das Thal hinaus erstrecken. Um diesem Erfordernisse zu genügen, ist die Anlage bei sonstiger Unzulässigkeit in die höher gelegenen Theile der Triftstraße, d. h. in die Richtung gegen den Thalschluß des fraglichen Triftgebietes zu verlegen.

2. Die Klause muß das Ansammeln von größeren Wassermassen gestatten, denn nur auf diese Weise kann der Trift- oder Floßbetrieb auf weite Strecken in ausgiebiger Weise unterstützt werden. Die Klause muß daher an einer solchen Stelle erbaut werden, wo noch ein genügender Wasserzufluß vorhanden ist; denn das Füllen der Klause darf keinen zu großen Zeitaufwand erheischen, weil sonst der Triftbetrieb in die Länge gezogen und somit vertheuert würde.

3. Die Baustelle muß eine Beschaffenheit besitzen, welche gestattet, daß eine möglichst zweckmäßige Anlage auch mit dem zulässig geringsten Kostenaufwande hergestellt werden kann.

4. Die Ufer oder seitlichen Hänge müssen unmittelbar oberhalb des Klauskörpers eine solche Höhe besitzen, daß ohne Gefährdung der anstoßenden Gründe die nothwendige Stauhöhe erreicht werden kann. *

5. Der Raum oberhalb des Klauskörpers muß eine hinreichende Wassermasse fassen, d. h. er soll sich bei mäßigem Gefälle beckenartig erweitern, während für jene Stelle, wohin der eigentliche Körper der Klause gestellt werden soll, eine Profileinengung mit Rücksicht auf die Festigkeit des Baues und den Kostenaufwand erwünscht ist.

6. Die seitlichen Hänge, desgleichen auch der Grund in der Bachbettsohle müssen an der Baustelle eine genügende Festigkeit besitzen; speciell darf der Untergrund aus keinem wasserdurchlassenden Materiale bestehen, weil sonst wieder die erforderlichen Sicherungs- und Dichtungsarbeiten einen bedeutenden Aufwand erheischen und trotzdem nicht den erforderlichen Sicherheitsgrad gewähren würden. In einem Felsenprofile wird daher der Bau einer Klause sich am zweckmäßigsten und billigsten gestalten, während ein zerklüftetes Felsgestein, lockeres Geschiebe oder ein Kieslager als Untergrund für die Anlage einer Klause wegen des hohen Vermögens, Wasser durchzulassen, unverwendbar ist.

---

* Mit der angenommenen Stauhöhe steht die Stauweite im Zusammenhange. Letztere muß ermittelt werden, um bemessen zu können, ob die Ufer noch die genügende Sicherheit gegen ein Austreten der angestauten Wassermassen bieten.

7. Endlich soll die Klause nicht an einem Punkte erbaut werden, wo Versandungen, Verschotterungen oder Verschlämmungen des Stauraumes oder Sammelbeckens zu befürchten sind. Zum mindesten muß die Möglichkeit vorhanden sein, daß die Einführung derartiger Sinkstoffe, die den Fassungsraum der Klause mehr und mehr schmälern würden, durch entsprechende Bauten beseitigt werden kann.

Der zweckmäßigste Punkt für den Bau einer Klause ist daher jener, wo mit einem kleinen Klauskörper große Wassermassen in kurzer Zeit gesammelt werden können. Hauptklausen, die innerhalb der Triftstrecke zu erbauen sind, werden somit am zweckmäßigsten an jenen Stellen auszuführen sein, wo mehrere Seitenthäler in das Hauptthal einmünden, während Neben- und Seitenklausen an die Anfangspunkte der Triftstraße oder möglichst nahe dem Thalschlusse zu stellen sind.

Für die Anlage der Nebenklausen, bezüglich für die Wahl der Baustelle bleibt noch der Umstand maßgebend, ob und allenfalls unter welchen Schwierigkeiten die Hölzer aus diesem speciellen Bringungsgebiete vor die Klause lieferbar sind, und wird dort, wo die zum Abtriften bestimmten Hölzer mit keinem höheren Aufwande durch anderweitige Anstalten ausbringbar sind, die Anlage der Klause mehr thalabwärts verlegt werden können. Damit würde man eine Vergrößerung des Sammelgebietes erzielen und möglicherweise das Schwellen der erforderlichen Wassermassen erleichtern und begünstigen. Selbstverständlich wird nicht leicht eine Baustelle zu finden sein, die allen Anforderungen entspricht; es ist demnach jene zu wählen, welche dem Hauptzwecke am besten zusagt. Für keinen Fall darf der Kostenaufwand bei der Wahl des Platzes in erster Linie Berücksichtigung finden; es wäre ein großer Fehler, wenn ein Schwellwerk an einem nicht zweckmäßigen Punkte nur aus dem Grunde erbaut würde, weil sich für diese Stelle die Baukosten niederer berechnen. Wenn nicht besondere locale Verhältnisse den Bau einer größeren Anzahl kleiner Klausen erheischen, so ist es zweckmäßiger und auch ökonomischer, wenige, aber entsprechend größere Klausen herzustellen.

§. 135. Die technischen Vorarbeiten.

Ist die Baustelle für die Erbauung einer Klause endgiltig festgesetzt, so müssen noch vor der Ausarbeitung des Bauantrages und der Baupläne die nachstehenden technischen Erhebungen und Aufnahmen an Ort und Stelle gepflogen werden:

1. Sind zunächst der Baustelle die erforderlichen Querprofile, desgleichen auch ein Längenprofil von genügender Ausdehnung aufzunehmen.

2. Ist die Fläche, welche bei dem Spannen der Klause vom Wasser in Anspruch genommen wird, durch eine genügende Anzahl von Profilen aufzunehmen, um hieraus den Fassungsraum der Klause berechnen zu können.

3. Ist die Durchflußmenge des Baches zunächst der Baustelle, und zwar mit Rücksicht auf den Wasserstand zur Zeit des Triftbetriebes durch Messung und Rechnung zu ermitteln.

4. Ist die Baustelle an mehreren Punkten auf die Beschaffenheit ihres Untergrundes durch entsprechend tief angelegte Probegruben zu untersuchen.

5. Sind über die erforderlichen Baumaterialien locale Erhebungen zu pflegen beziehungsweise darüber, wo und auf welche Weise dieselben möglichst nahe der Baustelle in guter Qualität und genügender Menge gewonnen werden können.

Von dem Ergebnisse dieser Erhebungen wird die Entscheidung abhängen, aus welchem Materiale die Klause am besten zu erbauen wäre.

6. Müssen die Aufnahmen auch auf jene Vorkehrungen ausgedehnt werden, welche zum Ableiten des Wassers während der Bauausführung nothwendig werden sollten.

7. Endlich sind noch die unterschiedlichen Erhebungen zu pflegen, um die Einheitspreise der erforderlichen Baumaterialien und die Zustellungskosten möglichst genau berechnen zu können, nicht minder ist auch noch eine zweckmäßige Unterbringung der Arbeitsmannschaft für die Zeit der Bauausführung in Betracht zu ziehen, beziehungsweise für eine allfällige Unterkunftshütte vorzusorgen.

§. 136. Die Berechnung des Fassungsraumes einer Klause.

Die Ermittlung des Fassungsraumes einer Klause oder die Berechnung der Wassermengen, welche durch den Klauskörper zurückgehalten werden, geschieht am einfachsten in der Weise, daß mit Hilfe eines Nivellirinstrumentes zuerst jene horizontale Linie in der Natur ausgesteckt und aufgenommen wird, bis wohin das Stauwasser bei der angenommenen Stauhöhe emporreichen wird. Die weitere Aufnahme einer Anzahl Querprofile wird dann die Berechnung des gesammten Fassungsraumes leicht ermöglichen, wenn nicht etwa das Legen einer größeren Anzahl Schichtenringe dem früheren Verfahren vorgezogen werden soll.

Die in der Natur in bestimmten Abständen festgelegten Schichtenringe werden geometrisch aufgenommen und das arithmetische Mittel der von den Schichtenlinien umschlossenen Flächen wird sodann mit der Stauhöhe multiplicirt. Oder man summirt die graphisch dargestellten und berechneten Flächen der in gleich großen Abständen aufgenommenen Querprofile und multiplicirt sie dann mit der Entfernung, beziehungsweise dem Abstande, in welchem die einzelnen Profile gelegt worden sind. Wäre der Fassungsraum möglichst genau zu berechnen oder ist das Sammelbecken sehr ungleichmäßig geformt, dann muß eine große Anzahl von Querprofilen oder Schichtenringen gelegt werden, um den gewünschten Genauigkeitsgrad zu erreichen.

§. 137. Berechnung des Zeiterfordernisses für das Füllen einer Klause.

Bezeichnen wir mit m die in einer Secunde zufließende Wassermenge, mit k den Fassungsraum der Klause, so ist $\frac{k}{3600\,m}$ die Zeit in Stunden, welche erforderlich ist, um die Klause bis zur festgesetzten Stauhöhe anzufüllen. Es handelt sich daher weiters um die genaue Bestimmung jener Wassermasse, die in dem fraglichen Bachbette in einer Secunde zum Abflusse kommt.

Die vielfachen Einflüsse, denen die atmosphärischen Niederschläge durch die Beschaffenheit des Bodens unterliegen, lassen es nicht rathsam erscheinen, die Durchflußmenge eines Wassergerinnes aus der Größe seines Sammelgebietes und aus der gemessenen Niederschlagsmenge zu berechnen. Die Beschaffenheit der Bodenoberfläche und der Vegetationsdecke, die Art der Schichtung des Grundgesteines, die zahlreich vorhandenen Spalten und Adern u. dgl. sind Ursache, daß nur ein Theil der atmosphärischen Niederschläge äußerlich zum Abflusse kommt und für den gedachten Zweck zur Verwendung gelangt. Directe Messungen bei einem Wasserstande, auf den zur Zeit der Trift mit

Sicherheit gerechnet werden kann, sind das beste Mittel, um zu einem verläßlichen Ergebnisse zu gelangen.

Die Durchflußmassen eines kleinen Gerinnes dürften am einfachsten in der Art zu ermitteln sein, daß man das Wasser in einen meßbaren Raum, d. h. in ein künstlich hergestelltes Reservoir leitet und die Zeit der Füllung beobachtet. Sind dagegen directe Messungen in einem größeren Gerinne vorzunehmen, so muß das Wasser durch eine künstlich eingebaute Spundwand gestaut werden. In diese Wandung wird sodann unterhalb der Wasseroberfläche eine durch eine Schütze regulirbare Oeffnung angebracht und das Wasser derart zum Abflusse geleitet, daß Ab- und Zufluß gleich sind, das heißt daß die Stauhöhe unverändert bleibt, ein Zustand, welcher eben mit Hilfe der regulirbaren Oeffnung erzielt wird. Die abfließende Wassermenge läßt sich bei dem eingetretenen Beharrungszustande des Wasserspiegels mit Hilfe der bekannten Formel: die Ausflußmasse ist gleich dem Producte aus dem Querschnitte der Ausflußöffnung, der Ausflußgeschwindigkeit und des Ausflußcoefficienten, leicht berechnen. Es ist daher:

$M = f \,.\, F \,.\, v = f \,.\, a \,.\, b \sqrt{2\,g\,h}$, wobei M die Ausflußmenge per Secunde, f der Ausflußcoefficient, a die Breite und b die Höhe der Ausflußöffnung, h die Druckhöhe vom Mittel der Ausflußöffnung bis zum Wasserspiegel und g die Beschleunigung der Schwere bedeutet.

Diese Formel gilt aber nur für den Abfluß des Wassers in die freie Luft und muß, wenn der Abfluß unter Wasser erfolgen sollte, die Druckhöhe entsprechend vermindert werden, d. h. es ist in einem solchen Falle $M = f \,.\, a \,.\, b \sqrt{2\,g\,(h - h')}$, wobei h' die Entfernung der Abflußmitte von dem unteren Wasserspiegel bedeutet. Nach den zahlreichen Untersuchungen von Michelotti und Bossut bei einer quadratischen Ausflußmündung von 7—63 cm² Fläche nnd einer Druckhöhe vom 2·2—6·6 m ist der mittlere Ausflußcoefficient gleich 0·610 und bei einer kreisförmigen Oeffnung vom Durchmesser 1·3—15·8 cm und einer Druckhöhe von 2·2—6·6 m gleich 0·615.

Wird das Wasser in einem kleinen Gerinne durch einen Einbau gestaut, aber nicht in der vorbeschriebenen Art durch eine unter dem Wasserspiegel angebrachte Oeffnung, sondern über die Kante eines eingesetzten Schwellers, beziehungsweise durch einen Einschnitt zum Abfließen gebracht, dann berechnet sich die Abflußmasse M per Secunde, wenn h die Druckhöhe und b die Breite des Ueberfalles bedeutet, aus der Formel: $M = f' \,.\, b \sqrt{2\,g \,.\, h^3}$, wobei die Druckhöhe, d. i. die Entfernung des Einschnittes vom Wasserspiegel, nicht unmittelbar an der Stauwand, sondern in einer Entfernung von circa 1 m gemessen werden muß, da bekanntermeise der Wasserspiegel vor der Mündung eine Senkung erleidet. Sollte es sich nicht um eine ganz besondere Genauigkeit handeln, so kann nach den Versuchen von Eitelwein und Bidon der Ausflußcoefficient f' mit 0·41 in Rechnung gezogen werden.

Bezüglich der Berechnung von Abflußmassen in größeren Gerinnen, Bächen oder Flüssen verweisen wir auf das Capitel über Triftbachverbauungen.

§. 138. Der Klaushof.

Eine Klause besteht aus dem Sammelbecken, d. i. aus jenem Raume, der für die Aufnahme des Schwellwassers bestimmt ist und den wir kurzweg „Klaushof" nennen, und aus dem Klauskörper, mittelst dessen die erforderliche Anstauung des Wassers erzielt wird.

Der Klaushof soll:

1. das Ansammeln von möglichst großen Wassermassen gestatten, daher räumlich ausgedehnt sein, und

2. gegen den hydrostatischen Druck oder die hiedurch hervorgerufene Durchsickerung des Wassers genügenden Widerstand gewähren.

In ersterer Beziehung wird im Falle, als der Klaushof räumlich beschränkt sein sollte, eine künstliche Nachhilfe in Anbetracht der großen Kosten nicht leicht thunlich sein; dagegen lassen sich die ungünstigen Bodenverhältnisse durch entsprechende Vorkehrungen zum Theil oder auch vollständig beseitigen. In der Praxis hat sich die bekannte Methode der Verschlämmung am besten bewährt und geschieht das am einfachsten, wenn bei dem Baue des Klauskörpers die Grundschwelle der Ausflußvorrichtung um jenes Maß höher gestellt wird, um welches die Sohle des Klaushofes durch Verschlämmung gehoben werden soll. Dieser Raum kann gleichzeitig mit Vortheil für die Ablagerung jener Massen benützt werden, welche bei dem Ausheben der Fundamente für den Klauskörper gewonnen werden. Der Verlust am Fassungsraum ist leicht durch eine kleine Erhöhung der Klause ersetzt, während der erhöhte Aufwand durch erleichterte Verführung der Aushubmassen aus dem Fundamente paralysirt werden dürfte.

§. 139. Der Klauskörper.

Der Klauskörper kann nach Maßgabe der Wichtigkeit der Anlage oder mit ausschließlicher Rücksicht auf das verfügbare Materiale und die disponiblen Mittel aus Erde, Holz oder Stein in den verschiedensten Zusammenstellungen und Verbindungen ausgeführt werden.

Bloße Erdwerke können empfohlen werden:

1. in Oertlichkeiten, wo ein fester und bindiger Boden in genügender Menge vorhanden ist, um daraus den Klauskörper oder den Klausdamm herstellen zu können;

2. unter jenen Bodenverhältnissen, wo die Herstellung eines entsprechenden Unterbaues, beziehungsweise die Anlage eines Rostes und einer Spundwand kostspielig ist, ohne einen Unterbau aber der erforderliche Grad von Wasserdichtigkeit und Sicherheit für den Oberbau nicht zu erlangen wäre;

3. in dem Falle, als der Boden überhaupt nicht jene Festigkeit besitzen sollte, um einen hohen und schweren Stein- oder Hochbau tragen zu können;

4. überall dort, wo es die Verhältnisse gestatten, daß die Anstauung der nothwendigen Wassermassen mehr nach der Länge und Breite zulässig ist, d. h. wo Klausen auch von geringer Höhe zu dem erwünschten Erfolge führen;

5. in jenen Gegenden, wo sich der Holz- oder Steinbau mit Rücksicht auf hohe Holzpreise oder wegen erschwerter Beschaffung der Steine sehr kostspielig stellen sollte, während für den Erdbau die nothwendigen Voraussetzungen vorhanden sind.

An die Stelle des Erdbaues hat der Holzbau zu treten:

1. bei beschränkten Geldmitteln, d. i. wenn mit Rücksicht auf den Kostenpunkt die Ausführung eines kostspieligen Steinbaues unthunlich wäre, andererseits aber auch für einen Erdbau das nothwendige Materiale nicht zu Gebote stehen sollte;

2. in dem Falle, als es sich um einen Bau handelt, der nur für eine bestimmte Zeitdauer benöthigt wird;

3. unter der Voraussetzung, daß der Baugrund nicht jene Festigkeit besitzt, um einen Steinbau ohne Gefahr für seine Sicherheit tragen zu können, während an ein Erdwerk wegen Mangel an tauglichem Material nicht gedacht werden kann;

4. unter Verhältnissen, wo es sich um eine schnelle Ausführung des Baues handeln sollte und Holz in genügender und brauchbarer Menge aus nächster Nähe zu beschaffen ist, während das erforderliche Steinmaterial erst mit einem großen Zeitaufwande zur Baustelle beigeliefert werden müßte;

5. in jenen Oertlichkeiten, wo die Holzpreise einen billigen Bau gestatten, während Steine nur mit einem bedeutenden Aufwande zu beschaffen sind und auch die Beistellung von Arbeitskräften, die mit der Steinbearbeitung betraut sind, auf große Schwierigkeiten stoßen sollte.

Der Steinbau dagegen ist anzuwenden oder einem Baue aus Holz vorzuziehen:

1. wenn es sich um eine dauernde Anlage handelt, beispielsweise um den Bau einer Hauptklause;

2. unter Verhältnissen, wo der Durchbruch einer gespannten Klause bedeutende Verheerungen an Culturgründen oder Beschädigungen an Industriewerken u. dgl. nach sich ziehen könnte, d. i. in Fällen, wo auf eine hohe Festigkeit und Widerstandsfähigkeit der gesammten Anlage gesehen werden muß;

3. unter der Voraussetzung, daß die erforderlichen Steine leicht und billig zu beschaffen sind, während die Holzpreise vielleicht eine ansehnliche Höhe erreicht haben, so zwar, daß der Kostenunterschied zwischen Holz- und Steinbau kein so bedeutender ist;

4. dort, wo die Beschaffenheit des Untergrundes, beispielsweise ein fester Fels, den Steinbau ohne kostspielige Fundirung gestattet.

Ist die Entscheidung getroffen, welches Baumaterial in dem gegebenen Falle mit Vortheil anzuwenden wäre, so erübrigt noch die Beschlußfassung darüber, in welchen Dimensionen, d. i. in welcher Höhe, Länge und Dicke der Gesammtbau herzustellen sei. Die Höhe und Länge des Klauskörpers sind durch die örtlichen Verhältnisse und die nothwendige Stauhöhe gegeben, während die Breite und das zweckmäßigste Profil desselben durch Rechnung zu bestimmen ist.

§. 140. Die Berechnung der erforderlichen Breite des Klauskörpers.*

Von der richtigen Bestimmung des Querprofils eines Klauskörpers hängt einerseits die Sicherheit und Festigkeit der Gesammtanlage ab, wird aber andererseits dabei gleichzeitig an dem Kostenaufwande gespart, namentlich wenn mit der Stärke des Klauskörpers nicht über das nothwendige Ausmaß hinausgegangen wird. Der Druck der gespannten Wassermassen auf den Klauskörper äußert sich in einer dreifachen Wirkung:

a) es wird entweder der Dammkörper gebrochen und dreht sich in Folge dessen der obere Theil um die äußere Kante der Bruchfläche, oder

---

* „Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik," von Julius Weisbach, 1850, I. Theil, und „Theoretisch-praktische Abhandlungen aus dem Gebiete der Wasser- und Straßenbaukunde", von Wenzel Schaffer, 1867.

b) es kann, wenn die Cohäsion des Materiales so groß ist, daß ein Bruch des Dammkörpers unmöglich wäre, derselbe um die äußere Kante seiner Basis umgestürzt, oder endlich

c) der gesammte Dammkörper auf seinem Fundamente verschoben werden.

Berechnungen haben zur Ueberzeugung geführt, daß ein Klauskörper leichter gebrochen oder umgestürzt, als verschoben werden kann, und daß zum Brechen oder Umkanten annähernd ein gleich hoher Druckaufwand nothwendig ist. Es genügt daher, wenn die Kraftäußerung in Rechnung genommen wird, welche zum Umstürzen eines Klauskörpers um seine äußere Kante erforderlich ist.

Für die Bestimmung der Stärke oder Breite eines Klauskörperdammes muß einerseits dessen Profilbeschaffenheit und Gesammtgewicht, andererseits der hydrostatische Druck und die Lage seines Angriffspunktes, endlich noch der gewünschte Grad der Sicherheit oder der Sicherheitscoefficient bekannt sein. Der hydrostatische Druck auf eine ebene und verticale Fläche ist bekanntermeise nach den Gesetzen der Hydrostatik gleich dem Gewichte einer Wassersäule, wobei die gedrückte Fläche als Grundfläche und die Entfernung des Schwerpunktes* derselben vom Wasserspiegel als Höhe angenommen werden muß. Die Größe des hydrostatischen Druckes läßt sich daher aus der Gleichung

$$D = \frac{1}{2} h^2 . s \quad \ldots\ldots \quad (1$$

für einen laufenden Meter des Klausdammes berechnen, wenn für h die Stauhöhe und für s das absolute Gewicht des Wassers per m^3 in kg in die obige Formel eingeführt werden. Der größeren Sicherheit wegen ist die Stauhöhe h gleich der Klauswandhöhe zu setzen, d. h. es ist eine Füllung des Klaushofes bis zur Krone des Bauwerkes anzunehmen.

Unter der Voraussetzung, daß der Klauskörper um die äußere Kante seiner Basis umgestürzt werden soll, läßt sich das statische Moment des Wasserdruckes berechnen, wenn die Größe des statischen Druckes auf die Klauswand mit der Entfernung des Mittelpunktes des Druckes von der unteren Kante des Objectes multiplicirt wird. Der Mittelpunkt des Druckes ist gleichzeitig der eigentliche Angriffspunkt der Resultirenden jener einzelnen Druckkräfte, welche vom Wasser auf die Klauswand ausgeübt werden,

---

* Die gedrückte Fläche einer Klause hat gewöhnlich die Form eines Trapezes A B C D (Fig. 87); wir finden für diese Fläche den Schwerpunkt, wenn A E = B E
C F = F D
D G = A B
A H = C D
gesetzt wird, in dem Schnittpunkt der Linien H G und E F, während S J die Entfernung des Schwerpunktes von der Wasseroberfläche ist. Wenn weiters A B = b
C D = b′ und der senkrechte Abstand zwischen A B und C D = h angenommen und von C zu B D die parallele Linie C K gezogen wird, so ist S′ der Schwerpunkt des Trapezes B D K C, dessen Abstand von A B = $\frac{h}{2}$ ist, endlich S″ der Schwerpunkt des Dreieckes A C K, dessen Entfernung von A B = $\frac{h}{3}$ ist.

Es ist somit J S = h′ = $\frac{b + 2b'}{b + b'} \cdot \frac{h}{3}$ oder der hydrostatische Druck D = F . $\frac{b + 2b'}{b + b'} \cdot \frac{h}{3} \cdot s$, und wenn das Trapez in ein Rechteck übergeht, so wird b = b′ und F = h . b oder D = $\frac{1}{2}$. b . h^2 . s, worin b die Länge des Klauskörpers ist, so zwar, daß für den Längenmeter b = 1
D = $\frac{1}{2} h^2 s$ wird.

und liegt daher dieser Angriffspunkt im gegebenen Falle, von der unteren Kante gerechnet, in einem Drittel der Höhe. Das statische Moment des hydrostatischen Druckes ist daher: $M = D \cdot \frac{1}{3} h$ oder für D der Werth eingeführt:

$$M = \frac{1}{2} h^2 \cdot s \cdot \frac{h}{3} = \frac{1}{6} h^3 \cdot s \quad \ldots\ldots \quad (2$$

Mit Rücksicht auf die Formen, welche bei den gewöhnlichen Klausen in Anwendung kommen, unterscheiden wir folgende Profile:

a) das Rechteck oder die parallelopipedische Form,
b) das einfache Trapez, wenn der Klauskörper nach einer oder nach beiden Seiten dossirt oder geböscht ist, und
c) das staffelförmige Profil, wenn der Klauskörper nach der thalwärts gekehrten Seite in staffelförmigen Absätzen hergestellt wurde.

1. Die Berechnung der erforderlichen Breite eines Klauskörpers für eine Profilform I (Fig. 88).

Ist das Gewicht des Klauskörpers bekannt, so kommt das statische Moment der Stabilität der Mauer in der Weise zu ermitteln, daß das erstere mit der Entfernung der Schwerlinie B C von der äußeren Kante A multiplicirt wird. Setzen wir A D = b, E D = h, das Gewicht einer Maßeinheit des Klauskörpers gleich p und die Stabilität des Baues im statischen Sinne gleich S, so ergibt sich für den Zustand des Gleichgewichtes die Bedingungsgleichung:

$$S = M \text{ oder: } \frac{1}{2} \cdot b^2 \cdot h \cdot p = \frac{1}{6} h^3 \cdot s,$$

d. h. die Stabilität des Baues ist gleich dem auf das Object ausgeübten Drucke. Aus dieser Formel ergibt sich für b oder für die erforderliche Breite des Klauskörpers der Werth:

$$b = h \sqrt{\frac{s}{3p}}.$$

In Wirklichkeit genügt es aber nicht, wenn wir dem Objecte nur jene Stärkedimension geben würden, welche der einfache Zustand des Gleichgewichtes erheischt, sondern es verlangt die Praxis eine gewisse Sicherheit, und wir müssen daher noch einen Sicherheits- oder Stabilitätscoefficienten f mit in Rechnung ziehen, beziehungsweise in die vorstehende Formel einführen, so zwar, daß dann

$$b = h \sqrt{f \frac{s}{3p}} \text{ wird.} \quad \ldots\ldots \quad (3$$

2. Die Berechnung der erforderlichen Breite eines Klauskörpers für eine Profilform II (Fig. 88).

Soll der Klauskörper mit einer dossirten Rückwand und senkrechten Wasserwand hergestellt werden, so kann die obere Breite b_1 und die untere Breite B des erforderlichen Querschnittes folgendermaßen berechnet werden:

Bezeichnen wir das Böschungsverhältniß $\frac{A D}{D C}$ mit n oder die absolute Böschungsanlage mit n . h und sind g_0 und g_1 die Entfernungen der Schwerlinie von der Drehungskante A, so ist die Stabilität des Klauskörpers bei dieser Querschnittform

$S = g_0 \cdot \left(\frac{b_1}{2} + n \cdot h\right) + g_1 \cdot \frac{2}{3} n \cdot h$ und nachdem $g_0 = b_1 \cdot h \cdot p$ und $g_1 = \frac{n \cdot h^2}{2} \cdot p$ iſt, ſo wird $S = h \cdot p \left(\frac{n^2 \cdot h^2}{3} + n \cdot h \cdot b_1 + \frac{b_1^2}{2}\right)$.

Setzen wir nun die Stabilitätswerthe der Profilformen I und II einander gleich, d. h. ſoll der einerſeits doſſirte Klauskörper die gleiche Standfeſtigkeit wie der parallelopipediſch geformte beſitzen, ſo ergibt ſich die Bedingungsgleichung:

$$\frac{1}{2} b^2 \cdot h \cdot p = h \cdot p \left(\frac{n^2 \cdot h^2}{3} + n \cdot h \cdot b_1 + \frac{b_1^2}{2}\right).$$

Wird dieſe Formel entſprechend gekürzt, für b der Werth aus der Formel 3 ſubſtituirt und der den Verhältniſſen entſprechende Sicherheits- oder Stabilitätscoefficient f eingeführt, ſo ergibt ſich für die erforderliche Standfeſtigkeit der Anlage eine Kronenbreite:

$$b_1 = h \left[\sqrt{\frac{1}{3}\left(\frac{f \cdot s}{p} + n^2\right)} - n\right] \quad \ldots\ldots \quad (4$$

und eine Breite der Baſis:

$$B_1 = b_1 + n \cdot h = h \sqrt{\frac{1}{3}\left(\frac{s \cdot f}{p} + n^2\right)}.$$

3. Die Berechnung der Klauskörperbreite für den Querſchnitt III (Fig. 88).

Wird ein Klauskörper, beiſpielsweiſe bei Erdklauſen, an beiden Seiten doſſirt oder geböſcht, ſo iſt der hydroſtatiſche Druck D, deſſen Angriffspunkt H gleichfalls in einem Drittel der Waſſerwand $BH = \frac{1}{3} \cdot BC$ liegt, für die Längeneinheit gleich $BC \cdot \frac{1}{2} \cdot h \cdot s$. Wenn wir weiters das Böſchungsverhältniß der Waſſerwand mit m und mit n jenes der Rückwand bezeichnen, ſo iſt $BC = h \sqrt{1 + m^2}$, daher $D = \frac{h^2 \cdot s}{2} \sqrt{1 + m^2}$ und das ſtatiſche Moment des Waſſerdruckes $M = D \cdot x$, wobei x den noch unbekannten Hebelarm des hydroſtatiſchen Druckes bezeichnen ſoll. Der letztere wird gefunden, wenn von der Objectskante A eine Parallele AG zu der Richtung der Druckkraft, die im Punkte H ſenkrecht auf die Waſſerwand BC wirkt, gezogen wird, dann iſt

$x = BH - BG = \frac{1}{3} BC - BG$ und aus der Aehnlichkeit der Dreiecke ABG und BCF ergibt ſich das Verhältniß: $AB : BG = BC : BF$.

Nachdem aber $BF = m \cdot h$, $AB = B_2$ und $BC = h \sqrt{1 + m^2}$ iſt, ſo iſt

$$B_2 : BG = h \sqrt{1 + m^2} : m \cdot h \text{ und}$$

$$BG = \frac{m \cdot B_2}{\sqrt{1 + m^2}}, \text{ mithin } x = \frac{h(1 + m^2) - 3 B_2 m}{3 \sqrt{1 + m^2}}.$$

Wird dieſer gefundene Werth für x in die Formel $M = D x$ eingeführt, ſo ergibt ſich bei entſprechender Kürzung das ſtatiſche Moment des Waſſerdruckes

$$M = \frac{h^2 \cdot s}{6} (h + m^2 \cdot h - 3 \cdot B_2 \cdot m)$$

und wenn für die Baſis des Objectes der Werth $B_2 = b_2 + m \cdot h + n \cdot h$ geſetzt wird, dann iſt

$$M = \frac{h^3 . s}{2}\left(\frac{1 - 2\,m^2}{3} - m . n\right) - \frac{m . h^2 . s . b_2}{2}.$$

Bei einem Körper, der nach beiden Seiten geböscht ist, ist die Stabilität:

$$S = \frac{1}{2} n . h^3 . p . \frac{2}{3} n . h + b_2 . h . p\left(n . h + \frac{b_2}{2}\right) + \frac{1}{2} m . h^2 . p\left(n . h + b_2 + \frac{1}{3} m . h\right) =$$

$$\left(\frac{m^2 + 2\,n^2}{3} + m . n\right)\frac{h^3 . p}{2} + \left(n + \frac{m}{2}\right) h^2 . p . b_2 + \frac{h . p . b_2^2}{2}$$

und nachdem die Bedingungsgleichung für den Gleichgewichtszustand $M = S$ ist, so ergibt sich bei entsprechender Kürzung und Einführung des bekannten Stabilitätscoefficienten f die Kronenbreite des Klauskörpers

$$b_2 = \sqrt{\beta + \left(\frac{\alpha}{2}\right)^2} - \frac{\alpha}{2} \quad \ldots\ldots \quad (5$$

$$\text{wobei } \alpha = h\left[2\,n + m\left(1 + \frac{s . f}{p}\right)\right] \text{ und}$$

$$\beta = h^2\left[\left(\frac{1 - 2\,m^2}{3} - m . n\right)\frac{s . f}{p} - \left(\frac{m^2 + 2\,n^2}{3} + m . n\right)\right]$$

ist, während die Breite der Basis B_2 aus der Formel $B_2 = b_2 + h\,(m + n)$ gefunden wird.

Aus der Formel für den Gleichgewichtszustand läßt sich bei bekannter Kronenbreite und bei Kenntniß des einen der beiden Böschungsverhältnisse das andere, beispielsweise jenes der Wasserwand bestimmen:

$$m = \sqrt{\beta + \left(\frac{\alpha}{2}\right)^2} - \frac{\alpha}{2}$$

wobei jedoch

$$\alpha = \frac{3\left(n + \frac{b_2}{h}\right)\left(1 + \frac{s . f}{p}\right)}{1 + \frac{2\,s . f}{p}} \text{ und } \beta = \frac{\frac{s . f}{p} - \left[2\,n\left(n + \frac{3\,b_2}{h}\right) + \frac{3\,b_2^2}{h^2}\right]}{1 + \frac{2\,s . f}{p}}$$

bedeutet.

4. Berechnung der Klauskörperstärke für die Profilbeschaffenheit IV (Fig. 88).

Für einen Klauskörper, dessen Wasserwand senkrecht steht, während die Rückwand beispielsweise in zwei Absätzen gestuft werden soll, ist die Stabilität

$S = g_0\left(\frac{b^2}{2} + 2\,a\right) + g_1\left(\frac{a}{2} + a\right) + g_2\,\frac{a}{2}$. In dieser Gleichung sind $g_0 = b_2 . h . p$, $g_1 = \frac{2}{3}\,a . h . p$ und $g_2 = \frac{1}{3}\,a . h . p$, daher $S = h . p\left(\frac{7}{6}\,a^2 + 2\,a . b_2 + \frac{b_2^2}{2}\right)$ und aus der bekannten Bedingungsgleichung $\frac{1}{2}\,b^2 . h . p = h . p\left(\frac{7}{6}\,a^2 + 2\,a . b_2 + \frac{b_2^2}{2}\right)$ erhalten wir, wenn für $b = h\sqrt{\frac{s . f}{3\,p}}$ eingeführt und die entsprechende Kürzung vorgenommen wird, $a = \frac{1}{7}\left(\sqrt{\frac{7\,h^2 . s . f}{p} + 15\,b_2^2} - 6 . b_2\right)$ und $B_2 = b_2 + 2\,a$.

Wenn das Profil IV nicht 2, ſondern m Abſtufungen hätte, ſo iſt:

$$S=\frac{1}{(m+1)}\cdot\frac{a^2\,.\,h\,.\,p}{2}+\frac{2}{(m+1)}\,a\,.\,h\,.\,p\left(a+\frac{a}{2}\right)+\frac{3}{(m+1)}\,.\,a\,.\,h\,.\,p\left(2a+\frac{a}{2}\right)+\ldots.$$

$$b_s\,.\,h\,.\,p\left(m\,.\,a+\frac{b_s}{2}\right)\text{ oder}$$

$$S=a^2\,.\,h\,.\,p\underbrace{\left[\frac{1}{2\,(m+1)}\,(1+6+15+28+45+66\ldots.)\right]}_{S'}+b_s\,.\,h\,.\,p\left(m\,.\,a+\frac{b_s}{2}\right)$$

S′ iſt eine arithmetiſche Reihe zweiter Ordnung, in welcher die Zahlen 5 und 4 die Anfangsglieder der erſten und zweiten Differenzreihe ſind, während die Summe der Reihe, wenn das Anfangsglied der Hauptreihe mit A, die Anfangsglieder der erſten und zweiten Differenzreihe mit D und D′ und mit m die Anzahl der Glieder bezeichnet wird, gleich $S'=m\left[a+\frac{1}{2}\,D\,(m-1)+\frac{1}{6}\,D'\,(m-1)\,(m-2)\right]$ iſt.

Wird $A=1$, $D=5$ und $D'=4$ geſetzt, ſo iſt die Summe der Reihe

$$S=m\left[1+\frac{5}{2}\,(m-1)+\frac{4}{6}\,(m-1)\,(m-2)\right]$$

oder der Werth für Stabilität

$$S=a^2\,.\,p\,.\,h\left[\frac{1}{2\,(m+1)}\,.\,m\left(1+\frac{5}{2}\,(m-1)+\frac{4}{6}\,(m-1)\,(m-2)\right)\right]+$$

$$b_s\,.\,h\,.\,p\left(a\,.\,m+\frac{b_s}{2}\right).$$

Aus der Bedingungsgleichung $\frac{1}{2}\,b^2\,.\,h\,.\,p=S$ wird gefunden:

$$a=\sqrt{\beta+\left(\frac{\alpha}{2}\right)^2}-\frac{\alpha}{2}\text{ und }B_s=b_s+m\,.\,a\ldots\ldots\quad(6$$

worin

$$\alpha=\frac{b_s}{\frac{1}{2\,(m+1)}\left[1+\frac{5}{2}\,(m+1)+\frac{4}{6}\,(m-1)\,(m-2)\right]}\text{ und}$$

$$\beta=\frac{\frac{h^2\,.\,s\,.\,f}{3\,p}-b_s^2}{\frac{m}{m+1}\left[1+\frac{5}{2}\,(m-1)+\frac{4}{6}\,(m-1)\,(m-2)\right]}$$

bedeutet.

5. Die Berechnung der Klauskörperbreite für die Profilform V (Fig. 88).

In gleicher Weiſe wird auch für einen Klauskörper, deſſen Vorderſeite geböſcht iſt, während die Rückwand aus einer Anzahl von m′ Banquettes beſteht, die Banquettbreite a und die Kronenbreite b_4 bei gegebenem Böſchungsverhältniſſe m der Waſſerwand gefunden.

$$a=\sqrt{\beta+\frac{\alpha^2}{2}}-\frac{\alpha}{2}\text{ und }B_4=b_4+m'\,a+m\,h,\text{ wobei}$$

$$\alpha=\frac{2\,m'\left[b_4-\frac{m\,.\,h}{2}\left(1+\frac{s\,.\,f}{p}\right)\right]}{\frac{m'}{m'+1}\left[1+\frac{5}{2}\,(m'-1)+\frac{4}{6}\,(m'-1)\,(m'-2)\right]}\ldots\ldots\quad(7$$

$$M = \frac{h^2 . s}{2}\left(\frac{1 - 2\,m^2}{3} - m . n\right) - \frac{m . h^2 . s . b_2}{2}.$$

Bei einem Körper, der nach beiden Seiten geböscht ist, ist die Stabilität:

$$S = \frac{1}{2} n . h^2 . p . \frac{2}{3} n . h + b_2 . h . p\left(n . h + \frac{b_2}{2}\right) + \frac{1}{2} m . h^2 . p\left(n . h + b_2 + \frac{1}{3} m . h\right) =$$

$$\left(\frac{m^2 + 2\,n^2}{3} + m . n\right)\frac{h^2 . p}{2} + \left(n + \frac{m}{2}\right) h^2 . p . b_2 + \frac{h . p . b_2^2}{2}$$

und nachdem die Bedingungsgleichung für den Gleichgewichtszustand $M = S$ ist, so ergibt sich bei entsprechender Kürzung und Einführung des bekannten Stabilitätscoefficienten f die Kronenbreite des Klauskörpers

$$b_2 = \sqrt{\beta + \left(\frac{\alpha}{2}\right)^2} - \frac{\alpha}{2} \quad \ldots\ldots \quad (5$$

$$\text{wobei } \alpha = h\left[2\,n + m\left(1 + \frac{s . f}{p}\right)\right] \text{ und}$$

$$\beta = h^2\left[\left(\frac{1 - 2\,m^2}{3} - m . n\right)\frac{s . f}{p} - \left(\frac{m^2 + 2\,n^2}{3} + m . n\right)\right]$$

ist, während die Breite der Basis B_2 aus der Formel $B_2 = b_2 + h\,(m + n)$ gefunden wird.

Aus der Formel für den Gleichgewichtszustand läßt sich bei bekannter Kronenbreite und bei Kenntniß des einen der beiden Böschungsverhältnisse das andere, beispielsweise jenes der Wasserwand bestimmen:

$$m = \sqrt{\beta + \left(\frac{\alpha}{2}\right)^2} - \frac{\alpha}{2}$$

wobei jedoch

$$\alpha = \frac{3\left(n + \frac{b_2}{h}\right)\left(1 + \frac{s . f}{p}\right)}{1 + \frac{2\,s . f}{p}} \text{ und } \beta = \frac{\frac{s . f}{p} - \left[2\,n\left(n + \frac{3\,b_2}{h}\right) + \frac{3\,b_2^2}{h^2}\right]}{1 + \frac{2\,s . f}{p}}$$

bedeutet.

4. Berechnung der Klauskörperstärke für die Profilbeschaffenheit IV (Fig. 88).

Für einen Klauskörper, dessen Wasserwand senkrecht steht, während die Rückwand beispielsweise in zwei Absätzen gestuft werden soll, ist die Stabilität

$S = g_0\left(\frac{b^2}{2} + 2\,a\right) + g_1\left(\frac{a}{2} + a\right) + g_2\,\frac{a}{2}$. In dieser Gleichung sind $g_0 = b_2 . h . p$, $g_1 = \frac{2}{3}\,a . h . p$ und $g_2 = \frac{1}{3}\,a . h . p$, daher $S = h . p\left(\frac{7}{6}\,a^2 + 2\,a . b_2 + \frac{b_2^2}{2}\right)$ und aus der bekannten Bedingungsgleichung $\frac{1}{2}\,b^2 . h . p = h . p\left(\frac{7}{6}\,a^2 + 2\,a . b_2 + \frac{b_2^2}{2}\right)$ erhalten wir, wenn für $b = h\sqrt{\frac{s . f}{3\,p}}$ eingeführt und die entsprechende Kürzung vorgenommen wird, $a = \frac{1}{7}\left(\sqrt{\frac{7\,h^2 . s . f}{p} + 15\,b_2^2} - 6 . b_2\right)$ und $B_2 = b_2 + 2\,a$.

Wenn das Profil IV nicht 2, sondern m Abstufungen hätte, so ist:

$$S=\frac{1}{(m+1)}\cdot\frac{a^2\,.\,h\,.\,p}{2}+\frac{2}{(m+1)}\,a\,.\,h\,.\,p\left(a+\frac{a}{2}\right)+\frac{3}{(m+1)}\,.a\,.\,h\,.\,p\left(2a+\frac{a}{2}\right)+\ldots.$$

$$b_2\,.\,h\,.\,p\left(m\,.\,a+\frac{b_2}{2}\right)\text{ oder}$$

$$S=a^2\,.\,h\,.\,p\underbrace{\left[\frac{1}{2\,(m+1)}\,(1+6+15+28+45+66\ldots.)\right]}_{S'}+b_2\,.\,h\,.\,p\left(m\,.\,a+\frac{b_2}{2}\right)$$

S′ ist eine arithmetische Reihe zweiter Ordnung, in welcher die Zahlen 5 und 4 die Anfangsglieder der ersten und zweiten Differenzreihe sind, während die Summe der Reihe, wenn das Anfangsglied der Hauptreihe mit A, die Anfangsglieder der ersten und zweiten Differenzreihe mit D und D′ und mit m die Anzahl der Glieder bezeichnet wird, gleich $S'=m\left[a+\frac{1}{2}\,D\,(m-1)+\frac{1}{6}\,D'\,(m-1)\,(m-2)\right]$ ist.

Wird $A=1$, $D=5$ und $D'=4$ gesetzt, so ist die Summe der Reihe

$$S=m\left[1+\frac{5}{2}\,(m-1)+\frac{4}{6}\,(m-1)\,(m-2)\right]$$

oder der Werth für Stabilität

$$S=a^2\,.\,p\,.\,h\left[\frac{1}{2\,(m+1)}\,.\,m\left(1+\frac{5}{2}\,(m-1)+\frac{4}{6}\,(m-1)\,(m-2)\right)\right]+$$

$$b_2\,.\,h\,.\,p\left(a\,.\,m+\frac{b_2}{2}\right).$$

Aus der Bedingungsgleichung $\frac{1}{2}\,b^2\,.\,h\,.\,p=S$ wird gefunden:

$$a=\sqrt{\beta+\left(\frac{\alpha}{2}\right)^2}-\frac{\alpha}{2}\text{ und }B_2=b_2+m\,.\,a\ldots\ldots\quad(6$$

worin

$$\alpha=\frac{b_2}{\frac{1}{2\,(m+1)}\left[1+\frac{5}{2}\,(m+1)+\frac{4}{6}\,(m-1)\,(m-2)\right]}\text{ und}$$

$$\beta=\frac{\frac{h^2\,.\,s\,.\,f}{3\,p}-b^2_2}{\frac{m}{m+1}\left[1+\frac{5}{2}\,(m-1)+\frac{4}{6}\,(m-1)\,(m-2)\right]}$$

bedeutet.

5. Die Berechnung der Klauskörperbreite für die Profilform V (Fig. 88).

In gleicher Weise wird auch für einen Klauskörper, dessen Vorderseite geböscht ist, während die Rückwand aus einer Anzahl von m′ Banquettes besteht, die Banquettbreite a und die Kronenbreite b_4 bei gegebenem Böschungsverhältnisse m der Wasserwand gefunden.

$$a=\sqrt{\beta+\frac{\alpha^2}{2}}-\frac{\alpha}{2}\text{ und }B_4=b_4+m'\,a+m\,h,\text{ wobei}$$

$$\alpha=\frac{2\,m'\left[b_4-\frac{m\,.\,h}{2}\left(1+\frac{s\,.\,f}{p}\right)\right]}{\frac{m'}{m'+1}\left[1+\frac{5}{2}\,(m'-1)+\frac{4}{6}\,(m'-1)\,(m'-2)\right]}\ldots\ldots\quad(7$$

$$\beta = \frac{\frac{h^2 : s \,.\, f}{3\,p} - \left[\frac{m^2 \,.\, h^2}{3}\left(1 + \frac{2\,.\,s\,.\,f}{p}\right) + m\,.\,h\,.\,b_4\left(1 + \frac{s\,.\,f}{p}\right) + b_4^2\right]}{\frac{m'}{m'+1}\left[1 + \frac{5}{2}(m'-1) + \frac{4}{6}(m'-1)(m'-2)\right]}$$

bedeutet.

Ist dagegen die Banquettbreite a, m und m′ gegeben, so wird

$$b_4 = \sqrt{\beta + \left(\frac{\alpha}{2}\right)^2} - \frac{\alpha}{2}$$

worin

$$\alpha = m\,.\,h\left(1 + \frac{f\,s}{p}\right) + 2\,.\,m'\,.\,a$$

$$\beta = \frac{h^2\,.\,f\,.\,s}{3\,.\,p}(1 - 2\,m^2) - \left[\frac{m\,.\,h\,.\,s\,.\,f\,.\,m'\,.\,a}{p} + a^2\,.\,m'\left(\frac{1 + \frac{5}{2}(m'-1)}{m'+1}\right) + \frac{2}{3}\cdot\frac{a^2\,.\,m'\,(m'-1)\,(m'-2)}{m'+1} + m\,.\,h\,.\,m'\,.\,a + \frac{m^2\,.\,h^2}{3}\right]$$

bedeutet.

Wäre dagegen die Kronenbreite b_4 und die Anzahl der Banquettes m′ bekannt, so ist das Böschungsverhältniß:

$$m = \sqrt{\beta + \left(\frac{\alpha}{2}\right)^2} - \frac{\alpha}{2}, \text{ wobei } \alpha = \frac{3\,(b_4 + m'\,.\,a)\left(1 + \frac{s\,.\,f}{p}\right)}{h\left(1 + \frac{2\,s\,.\,f}{p}\right)} \text{ und}$$

$$\beta = \frac{\frac{h^2\,.\,s\,.\,f}{6\,.\,p} - \left[\frac{a^2\,.\,m'}{(m'+1)}\left(\frac{1 + \frac{5}{2}(m'-1)}{2} + \frac{(m'-1)(m'-2)}{3}\right) + b_4\left(m'\,.\,a + \frac{b_4}{2}\right)\right]}{\frac{h^2}{6}\left(1 + \frac{2\,.\,s\,.\,f}{p}\right)}$$

bedeutet.

Profile mit Abstufungen oder Banquettes an der Wasserseite, desgleichen auch solche mit parallelen, aber gegen das Wasser geneigten Wänden werden in der Praxis wohl nur ausnahmsweise beim Klausbau Anwendung finden; namentlich ist die letztere Form für den gleichmäßig sich nach allen Richtungen fortpflanzenden Wasserdruck nicht zu empfehlen, während sie gegen den Erddruck bei Böschungs- und Stützmauern mit hohem Vortheil verwendet wird. *

§. 141. Die Berechnung des Verhältnisses zwischen Höhe und Breite eines Klauskörpers mit Rücksicht auf die Profilbeschaffenheit.

Wenn wir die Breite des Klauskörpers unter der Voraussetzung einer gleichen Stabilität für die am häufigsten in Anwendung kommenden Profilformen berechnen, für das specifische Gewicht des Wassers und für das Gewicht der Klauskörpermasse die Werthe von 1000 und 2000 kg einführen, so gelangen wir zu nachstehenden Schlußfolgerungen:

---

* Wenn Berechnungen auch für diese zwei Profilformen angestellt werden sollten, verweisen wi auf Schaffer's „Theoretisch-praktische Abhandlungen aus dem Gebiete der Wasser- und Straßenbaukunde"

1. Ein parallelopipedisch geformter Klauskörper muß die halbe Höhe zur Stärke bekommen, wenn derselbe dem Drucke des geschwellten Wassers einen genügenden Widerstand entgegensetzen soll.

Nach der Formel 1 ist der hydrostatische Druck für die Längeneinheit

$$D = \frac{1}{2} h^2 . s,$$

oder wenn l die Länge des Baues wäre

$$D = \frac{1}{2} h^2 . s . l.$$

Das statische Moment, d. h. jene Kraft, welche den Damm um seine äußere Kante zu stürzen bemüht ist, ist nach Formel 2

$$M = \frac{1}{6} h^2 . s . l,$$

während die Stabilität des Klauskörpers

$$S = \frac{1}{2} b^2 . h . p . l$$

gesetzt werden kann.

Im Momente des Gleichgewichtes ist

$$\frac{1}{2} b^2 . h . l . p = \frac{1}{6} h^2 . l . s \text{ und } b = h \sqrt{\frac{s}{3 . p}}.$$

Wenn für $s = 1000$ und $p = 2000$ kg gesetzt wird, so ist $b = 0{\cdot}407\ h$ oder der größeren Sicherheit halber $b = \frac{h}{2}$.

2. Wird der Klauskörper an einer Seite geböscht (Profil II), dann genügt es, wenn derselbe ein Fünftel seiner Höhe zur Kronenbreite erhält.

Setzen wir in die Formel 4

$$b_1 = h \left[\sqrt{\frac{1}{3} \left(\frac{f . s}{p} + n^2 \right)} - n \right], \quad f = 1, \ s = 1000, \ p = 2000 \text{ und } n = \frac{1}{3},$$

so ist

$$b_1 = h \left[\sqrt{\frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{9} \right)} - \frac{1}{3} \right] = h \ (0{\cdot}45 - 0{\cdot}33) = 0{\cdot}12\ h \text{ oder nahezu } \frac{h}{8}$$

und mit Rücksicht auf eine größere Sicherheit $b_1 = \frac{h}{5}$.

3. Wenn der Klauskörper beiderseits geböscht werden soll, dann genügt ein Zehntel der Höhe als Kronenbreite.

Werden in die Formel 5

$$b_2 = \sqrt{\beta + \left(\frac{\alpha}{2} \right)^2} - \frac{\alpha}{2}, \text{ wobei } \alpha = h \left[2 n + m \left(1 + \frac{s . f}{p} \right) \right] \text{ und}$$

$$\beta = h^2 \left[\left(\frac{1 - 2 m^2}{3} - m . n \right) \frac{s . f}{p} - \left(\frac{m^2 + 2 n^2}{3} + m . n \right) \right]$$

bedeutet, $f = 1$ und $n = m = \frac{1}{a}$ eingeführt, so ist

$$\alpha = h\left(\frac{3p+s}{a\,.\,p}\right) \text{ und } \beta = h^2\left(\frac{s}{3p} - \frac{2}{a^2} - \frac{5s}{3a^2p}\right) \text{ und}$$

$$b_2 = h\left[-\frac{3p+s}{2ap} + \sqrt{\left(\frac{3p+s}{2ap}\right)^2 + \frac{s}{3p} - \frac{2}{a^2} - \frac{5s}{3a^2p}}\right].$$

Damit nun b_2 ein positiver Werth werde, muß

$$\frac{3p+s}{2ap} < \sqrt{\left(\frac{3p+s}{2ap}\right)^2 + \frac{s}{3p} - \frac{2}{a^2} - \frac{5\,.\,s}{3a^2p}} \text{ oder } a > \sqrt{\frac{6p+5s}{s}}$$

sein.

Wenn wir weiters für $p = 2000$ und für $s = 1000$ in die Formel einführen, so ergibt sich die Bedingung für ein positives b_2 darin, daß $a > 4{\cdot}123$ sein muß. Nehmen wir für a den Werth 4·2 an, so ist $b_2 = 0{\cdot}07\,h$ oder mit Rücksicht auf die größere Sicherheit $b_2 = \frac{h}{10}$.

§. 142. Vergleichende Berechnungen über das Materialerforderniß bei einem Klauskörper mit Rücksicht auf die verschiedenen Profilformen. *

1. Wenn ein Klauskörper an der äußeren, dem Drucke entgegengesetzten Seite geböscht wird (Profilform II, Fig. 88) und die Ausladung gleich der Breite eines parallelopipedischen Körpers von gleicher Stabilität gesetzt wird, dann gewährt die erstere Form gegenüber der letzteren eine Materialersparniß von 35%.

Das Volumen V eines b breiten, h hohen und l langen Klauskörpers nach der Profilform I (Fig. 88) ist: $V = b\,.\,h\,.\,l$. Das Volumen des Klauskörpers mit dem Querschnitte Form II (Fig. 88) ist bei der Länge l, der Höhe h und der Breite $b_1 + \frac{1}{2}a$, wobei a die absolute Böschungsanlage h . n bedeutet, gleich $h\,.\,l\left(b_1 + \frac{1}{2}a\right)$ und die Stabilität

$$S' = \frac{1}{6}\,h\,.\,l\,.\,p\,(2a^2 + 6a\,.\,b_1 + 3\,.\,b_1^2).$$

Unter Voraussetzung einer gleichen Stabilität beider Anlagen ist

$$\frac{1}{2}\,b^2\,.\,h\,.\,l\,.\,p = \frac{1}{6}\,h\,.\,l\,.\,p\,(2a^2 + 6a\,.\,b_1 + 3\,b_1^2),$$

daher

$$b_1 = -a \pm \sqrt{b^2 + \frac{1}{3}a^2} \text{ und } V' = h\,.\,l\left(-\frac{a}{2} \pm \sqrt{\frac{a^2}{3} + b^2}\right) \text{ oder}$$

$$V - V' = b\,.\,h\,.\,l - h\,.\,l\left(-\frac{a}{2} \pm \sqrt{\frac{a^2}{3} + b^2}\right) = h\,.\,l\left[b + \frac{a}{2} \pm \sqrt{\frac{a^2}{3} + b^2}\right].$$

Die Differenz bleibt somit positiv, wenn

$$b + \frac{a}{2} > \sqrt{\frac{a^2}{3} + b^2}$$

$$\left(b + \frac{a}{2}\right)^2 > \frac{a^2}{3} + b^2$$

---

* „Untersuchungen über die geeignetsten Formen und zweckmäßigsten Dimensionen, welche Steindämme erhalten müssen ꝛc.," „Oesterreichische Vierteljahrsschrift," VIII. Band, 1858.

$b > \frac{a}{12}$ oder $a < 12\,b$, d. h. es wird an Material geſpart, inſolange die Ausladung des geböſchten Klauskörpers kleiner iſt als die zwölffache Stärke des parallelopipediſchen Querſchnittes.

In der Formel $b_1 = -a \pm \sqrt{b^2 + \frac{a^2}{3}}$ muß, um eine poſitive Breite zu bekommen,

$$a < \sqrt{\frac{a^2}{3} + b^2} \text{ und}$$

$$a^2 < \frac{a^2 + 3\,b^2}{3}$$

$$a < b\sqrt{\frac{3}{2}} \text{ oder } a < 1{\cdot}2\,b$$

ſein.

Wird $a = b$ geſetzt, ſo iſt

$$b_1 = -b + \sqrt{\frac{4}{3}\,b^2} \text{ oder } b_1 = 0{\cdot}15\,b \text{ und}$$

$$V - V' = h\,.\,b\left(b + \frac{6}{2} \mp \sqrt{\frac{b^2}{3} + b^2}\right) = 0{\cdot}35\,b\,.\,h\,.\,l.$$

2. Wenn dem Klauskörper ein Querſchnitt nach Form II (Fig. 88) gegeben wird, ſo beträgt die Materialerſparniß gegenüber der Form I bei gleicher Stabilität 29%, alſo um 6% weniger als bei der Querſchnittsform II.

Die Stabilität eines beiderſeits geböſchten Körpers

$$S = \left(\frac{m^2 + 2\,n^2}{3} + m\,.\,n\right)\frac{h^3\,.\,p}{2} + \left(n + \frac{m}{2}\right)h^2\,.\,p\,.\,b_2 + \frac{h\,.\,p\,.\,b_2^2}{2}.$$

Setzen wir in dieſer Formel $m = n$ und $n\,h = a$, ſo iſt

$$S = \frac{1}{2}\,h\,.\,l\,.\,p\,(2\,a^2 + 3\,a\,.\,b_2 + b_2^2) \text{ und } V_2 = b_2\,.\,h\,.\,l + a\,.\,h\,.\,l = h\,.\,l\,(a + b_2).$$

Soll nunmehr der beiderſeits doſſirte Klausdamm die gleiche Widerſtandsfähigkeit wie jener mit rechteckigem Querſchnitt beſitzen, ſo muß

$$\frac{1}{2}\,b^2\,.\,h\,.\,l\,.\,p = \frac{1}{2}\,h\,.\,l\,.\,p\,(2\,a^2 + 3\,a\,.\,b_2 + b_2^2)$$

ſein, woraus ſich

$$b_2 = \frac{-3\,a + \sqrt{a^2 + 4\,b^2}}{2}$$

ergibt. Wenn b_2 poſitiv bleiben ſoll, ſo muß

$$3\,a < \sqrt{a^2 + 4\,b^2} \text{ oder } a < 0{\cdot}71\,b$$

ſein, d. h. die Ausladung oder Böſchung darf 0·71 der Breite des Dammes mit rechteckigem Querſchnitt nicht überſteigen.

$$V_2 = h\,.\,l\left(a + \frac{\sqrt{a^2 + 4\,b^2} - 3\,a}{2}\right) = \frac{h\,.\,l\,(\sqrt{a^2 + 4\,b^2} - a)}{2}$$

$$V - V_2 = b\,.\,h\,.\,l - \frac{h\,.\,l\,(\sqrt{a^2 + 4\,b^2} - a)}{2} = \frac{h\,.\,l}{2}\,(2\,b + a - \sqrt{a^2 + 4\,b^2}$$

und $a = 0{\cdot}7\,b$ geſetzt, ſo iſt

$$b_2 = 0{\cdot}01\ b \text{ und } V - V_1 = \frac{h \cdot l}{2}\left(2\,b + 0{\cdot}7\,b - \sqrt{0{\cdot}49\,b^2 + 4\,b^2}\right)$$

$$V - V_2 = 0{\cdot}29\ b \cdot h \cdot l.$$

3. Werden die Profilformen I und IV unter Voraussetzung der gleichen Stabilität auf das Materialerforderniß verglichen, so gewährt Profil IV mit zwei gleich breiten Banquettes eine Materialersparniß von 26%.

Das Volumen des Klauskörpers bei der Form IV ist

$$V_2 = b_2 \cdot h \cdot l + \frac{2}{3} \cdot a \cdot h \cdot l + \frac{1}{3}\,a \cdot h \cdot l = h \cdot l\,(a + b_2).$$

Die Bedingungsgleichung der Stabilität ist:

$$\frac{1}{2}\,b^2 \cdot h \cdot l \cdot p = h \cdot l \cdot p\left(2\,a \cdot b_2 + \frac{b_2^2}{2} + \frac{7}{6}\,a\right)$$

$$a = -\frac{6}{7}\,b_2 \pm \frac{1}{7}\sqrt{21\,b^2 + 15\,b_2^2},$$

daher

$$\frac{6}{7}\,b_2 < \frac{1}{7}\sqrt{36 \cdot b^2} \text{ oder } b_2 < b.$$

Wird weiters $a = b_2$ gesetzt, so ist

$$b_2 = b\sqrt{\frac{3}{22}} = 0{\cdot}35\ b \text{ und } V_2 = h\,l\,(a + b_2) = 2 \cdot b_2 \cdot h \cdot l\sqrt{\frac{3}{22}}$$

$$V - V_1 = b \cdot h \cdot l - 2\,b \cdot h \cdot l\sqrt{\frac{3}{22}} = 26\ h \cdot b \cdot l.$$

§. 143. Vergleichende Berechnungen über das Materialerforderniß eines Klauskörpers auf Grund des im §. 141 ermittelten Höhen- und Stärkeverhältnisses.

1. Die Materialersparniß bei dem nach einer Seite dossirten Klausdamme (Form II) beträgt gegenüber Form I 26%. Bekanntermeise verhalten sich die Volumen zweier Körper von gleicher Länge und Höhe wie ihre Querschnitte Q und Q_1. Unter der Voraussetzung, daß für Profil I die halbe Höhe und für Profil II ein Fünftel der Höhe als Kronenbreite des Klauskörpers und das Böschungsverhältniß gleich $\frac{1}{3}$ gesetzt wird, ist $Q = b \cdot h = \frac{h^2}{2}$

$$\text{und } Q_1 = b_1 \cdot h + \frac{1}{2}\,h \cdot n \cdot h = \frac{h}{5} \cdot h + \frac{1}{2} \cdot h \cdot \frac{h}{3} = \frac{h^2}{5} + \frac{h^2}{6} = \frac{11}{30}\,h^2$$

$$V : V' = \frac{h^2}{2} : \frac{11\,h^2}{30} = 0{\cdot}50 : 0{\cdot}37$$

$$V' = \frac{0{\cdot}37}{0{\cdot}50}\,V = 0{\cdot}74\ V \text{ und } V - V' = V\,(1 - 0{\cdot}74) = 0{\cdot}26\ V.$$

2. Die Materialersparniß bei einem Klauskörper, der nach beiden Seiten unter einem gleichen Verhältnisse dossirt ist (Form III) beträgt gegenüber dem mit rechteckigem Querschnitt (Form I) 32%.

Wenn wir $b = \frac{h}{2}$, $b_1 = \frac{h}{10}$ und $a = 4{\cdot}2$ setzen (§. 141), so ist

$$Q = h \cdot b = \frac{h^2}{2}$$

$$Q_2 = 2\left(\frac{h}{2} \times \frac{h}{a}\right) + b_2 \,.\, h = \frac{h^2}{a} + b_2 \,.\, h = \frac{h^2}{4 \cdot 2} + \frac{h^2}{10} = 0{\cdot}34\ h^2,$$

daher

$$V : V' = 0{\cdot}50\ h^2 : 0{\cdot}34\ h^2 \qquad V' = \frac{0{\cdot}34}{0{\cdot}50} V \text{ oder } V - V' = 0{\cdot}32\ V.$$

Ein beiderseits geböschter Klauskörper, dessen Kronenbreite mit einem Zehntel seiner Höhe bemessen wurde, gewährt gegenüber dem nur von einer Seite dossirten Damme bei gleicher Standfestigkeit ein Materialersparniß von 6% und empfiehlt sich darum ganz besonders für einen Klausdamm, wenn neben der erforderlichen Sicherheit auch eine gewiß nur erwünschte Sparsamkeit obwalten soll.

§. 144. Die Größe der Sicherheits- oder Stabilitätscoefficienten.

Bei den gewöhnlichen Klausen aus Holz und Stein, beziehungsweise bei dem so häufig angewendeten Kastenbau mit rechteckigem Querschnitt ist die Stabilität

$$S = \frac{1}{2} b^2 \,.\, h \,.\, p \,.\, l = \frac{b}{2} \,.\, b \,.\, h \,.\, p \,.\, l,$$

d. i. nachdem b . h . p . l das Gewicht G des Klauskörpers ist, so kann $S = \frac{b}{2} G$ gesetzt werden, während das statische Moment des Wasserdruckes — Formel 2, §. 140 — $M = D \frac{1}{3} h$ ist.

Pechmann empfiehlt in seiner „Anleitung zum Flußbaue", 1832, Absatz 325, dem Klauskörper das dreifache Gewicht des Wasserdruckes zu geben.

Wenn wir nun in die Bedingungsgleichung M = S, für G = 3 D und für

$$b = h \sqrt{\frac{s}{3\,p}}$$

und den Stabilitätscoefficienten einführen, so ist

$$3\,D \,.\, \frac{h}{2} \sqrt{\frac{s}{3\,p}} = D \frac{h}{3} f \text{ und } f = 4{\cdot}5 \sqrt{\frac{s}{3\,p}}.$$

Werden nun für s = 1000 kg und für p = 1500 kg angenommen, so ist f = 2·12.

Bei diesen Berechnungen wurde nur jener Widerstand berücksichtigt, den der Klauskörper in Folge seines Gewichtes der Kraftäußerung des hydrostatischen Druckes oder dem Streben, den Körper der Klause um seine äußere Kante umzustürzen, entgegenstellt. Es blieb daher jener weitere Widerstand außer Rechnung, der einerseits durch die innige Verbindung des Klauskörpers mit dem Fundamente, andererseits durch die Einbindung n die seitlichen Profileinfassungen erzielt wird. Diese beiden letzten Momente tragen ·ber wesentlich mit zur Erhöhung der Standfestigkeit des Gesammtbaues bei, und wäre es emnach eine zwecklose Vermehrung des Bauaufwandes, wenn man einen dreifachen oder och höheren Sicherheitsgrad in Rechnung ziehen würde. Die Erfahrung lehrt, daß für ittlere Verhältnisse ein Sicherheitscoefficient von 1·65—1·75 und für ungünstige Verältnisse ein solcher von 2·15—2·50 vollkommen genügt.

§. 145. Die Bestandtheile des Klauskörpers.

Die wesentlichen Bestandtheile eines Klauskörpers sind:

1. Der eigentliche Klausdamm, durch welchen die erforderliche Anstauung erzielt werden soll. Nach Art des verwendeten Materiales und der dadurch bedingten besonderen baulichen Ausführungen lassen sich die Klausen gruppiren in

a) Erdklausen,
b) Kastenklausen, d. h. Holzklausen mit Steinfüllung,
c) Holzklausen,
d) Steinklausen { α) mit Erdfüllung, β) mit Steinfüllung,
e) Pfeilerklausen.

2. Die Vorrichtungen, um das angesammelte Wasser nach Erforderniß in die Triftstraße abzulassen. Zu diesen unterschiedlichen Abflußvorrichtungen sind zu rechnen:

a) die Canäle zum Ablassen der Seich- oder Sickerwässer,
b) der Grund- oder Kothablaß behufs der vollständigen Entleerung des Klaushofes,
c) die Vorkehrungen für den Abfluß des Ueberfallwassers,
d) die Vorrichtungen zum Ablassen des eigentlichen Schwell- oder Triftwassers, und zwar:
   α) der Zapfenverschluß,
   β) der stehende Versatz,
   γ) der liegende Versatz,
   δ) die Zug- oder Hebthore (Schützen),
   ε) die Schlagthore.

3. Bauherstellungen, die zum Schutze und zur besseren Erhaltung des Dammkörpers oder einzelner Bestandtheile errichtet werden.

§. 146. Die Erdklausen.

Ein Klauskörper aus Erdmaterial wird unmittelbar auf den von der obersten lockeren Erdschichte befreiten Boden gestellt und besteht die eigentliche Fundirung nur darin, daß in der Mitte des Raumes, welcher gleichsam die Basis des Dammes bildet, eine entsprechend starke Wand als Kern des Klauskörpers aus thonhältiger und möglichst bindiger Erde hergestellt wird. Dieser Kern muß den Klausdamm seiner ganzen Länge nach durchziehen und ist noch überdies sowohl in die Tiefe, als auch in die seitlichen Hänge bis auf eine feste, das Wasser nicht durchlassende Schichte zu führen. Nachdem von der guten Herstellung des Klauskernes die Brauchbarkeit der gesammten Anlage abhängt, so ist dieser mit der zulässig größten Sorgfalt und aus einem guten, zähe und bindigen Materiale auszuführen.

Für die Herstellung des Klauskernes wird ein Graben in der Breite von 1—2 u bis auf den festen wasserundurchlässigen Untergrund ausgehoben und sodann mit einem bindigen Lehmboden oder Thon, wenn ein solcher in ausreichender Menge vorhanden sein sollte, ausgefüllt. Das Füllmaterial ist anzunässen und in der Art wie für d

Ziegelbereitung gut und sorgfältig durchzuarbeiten und sodann in dünnen Lagen in den Graben einzufüllen und festzustampfen. Ist dieser bis zum Niveau der Baugrundfläche angefüllt, so kann mit der Herstellung des Dammkörpers nach einem bestimmten, in der Natur ausgesteckten Profile begonnen werden, wobei aber eine Anfeuchtung des Anschüttungsmateriales unterbleiben muß, während das Feststampfen der in Schichten von 10—20 cm Stärke aufzutragenden Massen mit möglichster Sorgfalt vorzunehmen ist.

Mit der Ausführung des eigentlichen Dammkörpers wird gleichzeitig auch der Klauskern in der gleichen Weise wie im Fundamente fortgesetzt und bis zur Dammkrone in gleicher Stärke hergestellt.

Nachdem sich selbst sorgfältig gestampfte Anschüttungen setzen, so ist der Dammkörper entsprechend höher anzulegen und dürfte bei sonst entsprechender Beschaffenheit des verwendeten Materiales ein Zwölftel der Dammhöhe als Ueberhöhe genügen. Die Breite der Dammkrone ist aus der gegebenen Stauhöhe zu berechnen. Für die Dossirung der Wasserseite dürfte ein Verhältniß von 1 : 1½ oder 1 : 2 und für jene der Rückseite eine solche von 1 : 1 am besten entsprechen. Zum Schutz gegen den Wellenschlag, der in einem ausgedehnten Klaushofe eine bedeutende Wirkung üben kann, muß einerseits die Dammkrone um 0·5 —1·0 m über der höchsten Wasserstandslinie liegen, während andererseits der obere Theil der dem Wasser zugekehrten Böschungsfläche durch eine Steinpflasterung zu schützen ist. Der übrige Theil der Böschung kann mit Rasen bekleidet werden. Die unmittelbare Umgebung der für den Wasserabfluß bestimmten Oeffnungen muß selbstverständlich aus Holz oder Stein hergestellt werden. In der Fig. 89 ist eine Erddammklause * in Schnitt- und Grundplan — der letztere in einem größeren Maßstabe — mit der Vorrichtung für den Wasserablaß dargestellt.

§. 147. Holzklausen mit Steinfüllung.

Die Klausen aus Holz haben speciell im Hochgebirge eine weite Verbreitung und Anwendung gefunden. Die Gebirgsthäler bieten in seltenen Fällen das entsprechende Materiale, um den Klauskörper aus Erde herstellen zu können, während der Steinbau selbst dann, wenn das erforderliche Materiale in nächster Nähe gewonnen werden kann, wegen des hohen Kostenaufwandes nur auf ganz besonders wichtige Bauten beschränkt wird.

Der Körper der hölzernen Klause mit Steinfüllung besteht aus einem System von Kästen, die durch Quer- und Längswände hergestellt werden, und ruht auf einem Fundamente gleicher Construction oder auf einem Unterbau aus Bruchsteinmauerwerk in hydraulischem Kalk. Der Körper einer hölzernen Kastenklause mit Steinfüllung besteht (Fig. 90) aus den folgenden Bestandtheilen:

1. dem Fundamentbau,
2. der Krainerwand (Wasserwand) a,
3. der Rückwand b,
4. den zur Krainerwand parallelen Mittelwänden c,
5. den Inschloß- oder Querwänden d,
6. den Schwerböden,
7. den Vorkehrungen für den Wasserablauf (e, f, g).

* Die Krödl-Zapfenklaus im Wienerwald, Lamerauer Forstbezirk.

Der Fundamentbau.

Derselbe richtet sich nach der localen Beschaffenheit des Untergrundes der Baustelle und sind in Rücksicht dessen vier Fälle möglich, die bei der Anlage einer Klause ohne Rücksicht auf Material und Form in Berücksichtigung gezogen werden müssen:

1. der Baugrund ist ein fester, das Wasser nicht durchlassender Boden; das Object kann unmittelbar auf die vorhandene Baugrundfläche gestellt werden;

2. es liegt ein entsprechend fester und brauchbarer Untergrund in einer mäßigen Tiefe; oder

3. es liegt der brauchbare Untergrund in einer solchen Tiefe, daß das Object nicht unmittelbar auf diese feste Untergrundschichte gestellt werden kann, wohl aber eine Versicherung des Baues bis auf den festen Grund ohne besondere Schwierigkeiten möglich ist; endlich

4. ist noch der Fall denkbar, daß die wasserundurchlässige Schichte in einer solchen Tiefe liegt, daß die erforderlichen Vorkehrungen, Sicherung und Festigung der Anlage, einen unverhältnißmäßigen Aufwand erheischen würden.

Ist der Grund, auf den der Klauskörper gestellt werden soll, ein natürlicher fester Felsen, so genügt das einfache Anebnen desselben in der Breite des Klauskörpers, um für den letzteren eine möglichst horizontale Basis zu erlangen. Dieses Abebnen oder Zurichten der Baugrundstelle kann auch in Abstufungen geschehen, wenn damit kostspielige Steinsprengungen umgangen werden sollten. Desgleichen genügt auch in einem derartigen Falle, wo ja die seitlichen Hänge gleichfalls aus festem Felsgesteine bestehen, für die Einfügung des Klauskörpers in dieselben eine mäßige Einbindtiefe. Kleine Spalten oder Felsenrisse innerhalb der Fläche, auf welche der Klauskörper gestellt werden soll, müssen, wenn ein Durchlassen des Wassers zu befürchten wäre, mit hydraulischem Kalk und kleinen Steinen fest ausgefüllt werden; desgleichen ist es zweckmäßig, wenn die Wasser- oder Krainerwand etwas in den Felsen eingelassen und vor deren Fuße eine entsprechend breite Tegelschichte geschlagen wird. Im Gebirge kommen gerade an jenen Stellen, wo eine Klause mit besonders günstigem Erfolge erbaut werden kann, d. h. an Punkten, wo sich das beckenartig erweiterte Thal verengt, mehr oder minder mächtige Ablagerungen von Geschieben vor, auf welche das Object gestellt werden soll.

Ist die Geschiebelage von keiner Bedeutung, d. h. ist der natürliche feste Fels in einer mäßigen Tiefe anzutreffen, dann wird das Geschiebe im Umfange der Baustelle bis auf den felsigen Untergrund entfernt und die Baufläche in der vorbeschriebenen Art angeebnet. Es wird in einem solchen Falle gewissermaßen der gesammte Oberbau bis auf die felsige Unterlage hinabgeführt und muß dann nur vor die Krainerwand eine 1—3 m dicke Tegelschichte, und zwar von der festen Grundlage angefangen bis zu der Höhe der Grundschwelle der Abflußöffnung geschlagen werden.

Hat dagegen die Geschiebeablagerung eine solche Mächtigkeit, daß von einer Stellung des Objectes auf den festen Felsen oder einen sonst entsprechenden festen Untergrund keine Rede sein kann, weil dies mit zu großen Kosten verbunden wäre, gewährt indeß die Geschiebeablagerung in einer bestimmten Tiefe eine genügende Sicherheit gegen das Durchsickern des Wassers, so ist der Klauskörper auf einen Pfahlrost zu stellen. Dieser kommt in die feste Schichte und wird sowohl längs der Wasser-, als auch längs der Rückwand durch eine Spundwand abgeschlossen, welch' letztere indeß entfallen kann, wenn der Untergund vom Niveau des Rostes nach abwärts volle Sicherheit gegen das Durch-

lassen von Wasser gewährt. Im letzteren Falle wird dann nur noch zur weiteren Sicherheit die Tegelschichte einen halben Meter unter die Kronschwelle des Pfahlrostes hinabgeführt.

Behält der Grund bis auf eine bedeutende Tiefe eine lockere, das Wasser durchlassende Beschaffenheit, dann ist die Stelle für die Anlage einer Klause unbrauchbar und würde jede noch so sorgfältig ausgeführte Fundirung von zweifelhaftem Erfolge bleiben. Bei einer derartigen Beschaffenheit des Baugrundes darf man sich keinesfalls der Hoffnung hingeben, daß der Untergrund mit der Zeit etwa durch den Wasserdruck gefestigt oder verschlämmt werden könnte.

Der Oberbau.

Ist die Baustelle entsprechend hergerichtet, so kann mit der Herstellung des eigentlichen Klauskörpers begonnen werden, dem gewöhnlich wegen der einfacheren Construction ein rechtwinkeliger Querschnitt und eine gerade verticale Wasserwand gegeben wird. Widerstandsfähiger wird der Bau, wenn er die Form einer thalaufwärts convex gekrümmten Linie erhält, d. h. wenn er polygonartig hergestellt würde.

Die Krainerwand ist die gegen das Wasser gekehrte Klausdammwand und wird aus 32/37 oder 36/40 cm starken vierkantig behauenen Balken möglichst wasserdicht hergestellt. Eine reine und sorgfältige Bezimmerung und eine gehörige Verdippelung der Hölzer ist unerläßlich; überdies müssen noch die äußeren Fugen der Wasserwand mit Werch und Pech kalfatert oder mit Moos und Streifen von weichem Holz (Zaine) verstopft werden. Die Zaine müssen etwas breiter als die Fugen sein und werden in die mit Moos gefüllten Zwischenräume eingelegt, mit dem Zainbeil eingetrieben und sodann in Entfernungen von 15 cm mit Klausenklammern angenagelt. Das Kalfatern oder Verstopfen der Fugen mit Moos und Zainen muß nach Bedarf erneuert und der Schaden mindestens alle Jahre gründlich ausgebessert werden. Die Balken der Wasserwand können auch stehend eingerammt werden, und dann heißt eine solche Wand eine „stehende Krainerwand" zum Unterschiede von der „liegenden Krainerwand", wo die Balkenlagen horizontal liegen. In einer stehenden Wand lassen sich schadhafte Stücke leichter auswechseln, während liegende Krainerwände dagegen wieder eine größere Festigkeit besitzen.

Die Rückwand der Klause wird etwas stärker gehalten und aus 40/42 cm zweikantig bezimmerten Balken hergestellt, während zu den parallelen Mittelwänden 26—42 cm starke Rundhölzer genügen. Die Mittelwände werden durch weitere Quer- oder Inschloßwände untereinander und mit der Krainer- und Rückwand verbunden. Zu den Querwänden können Rundholzstücke von 15—24 cm Stärke verwendet werden. Die Krainer- und Rückwand, die Mittel- und Querwände bilden zusammen ein System von Kästen, die mit Schwermateriale gefüllt werden; damit dieses nicht auf dem Boden aufruhe, sondern mit den Holzwänden ein Ganzes bilde, beziehungsweise damit der gesammte Bau an Widerstandsfähigkeit gewinne, werden die Kästen durch horizontale Böden noch weiter untertheilt. Die horizontalen Untertheilungen nennt man Buhnen oder Schwerböden; dieselben werden aus nebeneinander gelegten, im Mittel 10—15 cm starken Rundhölzern hergestellt. Die Mittel- oder Inschloßwände sind in Entfernungen von 2—2½ m zu stellen; in den gleichen Abständen können auch die Schwerböden gelegt werden. Als Füllmaterial werden in erster Linie Rollsteine oder Bachgeschiebe verwendet. Sodann sind die gefüllten Kästen an der äußeren Oberfläche, beziehungsweise der Krone des Gesammtbaues mit Steinen abzupflastern.

Wenn es die Verhältnisse gestatten, d. h. wenn Lehm oder Tegel in ausreichender Menge vorhanden ist, dann ist unmittelbar hinter der Krainerwand eine 50 cm starke Lehm- oder Tegelschichte, und zwar bis zur Krone des Klauskörpers empor herzustellen, erst hinter dieser Schichte wird mit der Steinfüllung begonnen. Man erzielt durch jene Tegelschichte eine namhafte Erhöhung der Wasserdichtigkeit der Krainerwand und braucht in Folge dessen die Stopfung der äußeren Fugen nicht unausgesetzt nachgebessert und erneuert zu werden. Noch vortheilhafter ist es, wenn der Raum zwischen der Krainer- und ersten Mittelwand nur im Fundamente mit Steinen ausgefüllt oder mit Lehm ausgeschlagen wird, während der weitere Raum bis zur Dammkrone leer, daher jederzeit zugänglich bleibt. Nachbesserungen und Erneuerungen, beziehungsweise das Auswechseln einzelner schadhafter Holztheile der Krainerwand sind bei einer derartigen Anordnung ohne Schwierigkeit und mit geringem Aufwande ausführbar, ja selbst die vollständige Herstellung der Krainerwand ist ohne Störung des Gesammtbaues möglich.

Die Fig. 90* ist das Bild einer einfachen Kastenklause, und zwar im Grundriß, im Schnitt und in rückwärtiger Ansicht. a ist die Krainerwand, b die Rückwand, c die Mittelwände, d sind Inschloßwände, e, f, g Vorrichtungen für den Wasserablaß. Die Balken der Inschloßwände liegen nicht vertical übereinander, wodurch einerseits eine übermäßige Schwächung der Mittelwände vermieden wird, während andererseits die Anlage von Schwerböden entfällt. In ähnlicher Weise sind auch in Fig. 91 die Inschloßwände gestellt, während sie in Fig. 92 eine senkrechte Lage haben.

Mit Vortheil läßt sich die Krainerwand noch über die Krone der Klause emporführen und wird damit der Effect der Klause bei einem verhältnißmäßig geringen Materialaufwand namhaft erhöht. Die Fig. 93 ist der Durchschnitt einer derart construirten Kastenanlage**, es beträgt die Ueberhöhe der Krainerwand a 1·4 m. Die erforderliche Versteifung dieses Aufbaues wird durch die Säulen b und die Streben c erzielt. Die Säulen reichen 1·5 m tief in den eigentlichen Klauskörper und werden gleichwie die Streben in die Grundschwellen d d eingelassen. Die Seitenstreben, Säulen und Grundschwellen sind aus vierkantig behauenem Gehölz 32/36 cm stark herzustellen. Bei dieser Klause sind noch überdies die äußeren zwei Kastenreihen 1·3 m tiefer gehalten und die Rückwand um 0·8 m dossirt worden. Durch diese Erhöhung der Krainerwand und die staffelförmige Anlage des Dammkörpers wurde gegenüber dem rechteckigen Querschnitt von gleicher Breite und Höhe eine Materialersparniß von 24% erzielt.***

§. 148. Die Holzklausen.

In einem engen Gebirgsthale, dessen Wände aus steilen und festen Felsen bestehen, können hölzerne Kastenklausen auch ohne eine Steinfüllung angewendet werden, nur muß dann die Rückwand durch ein System von Streben, die in die beiderseitigen Felsenwände eingreifen, entsprechend versteift werden.

---

* Fig. 90 ist die noch bestehende, wenn auch sehr schadhafte Aurach-Kahr-Klause am Kienbache i k. k. Verwaltungsbezirke Attergau.

** Bärenbachklause im Gosauthale des österreichischen Salzkammergutes, erbaut 1876/77.

*** Die Wasserwand, hat bei dieser Klause eine Fläche von $24·6 \times 10·3 = 253·4$ m²; der Schwe punkt ist 4 m von der Wasserspiegel-Oberfläche entfernt. Der Wasserdruck ist somit 1,015.598 kg, das Gewic des Klauskörpers 2,043.622 kg, daher die Sicherheit 1·63.

Eine zweite Construction (Fig. 94, 95 und 96) besteht darin, daß die Krainerwand durch ein System von Säulen und Streben gestützt wird, die in allen Bestandtheilen offen und zugänglich sind, während der Oberbau auf einen gewöhnlichen Steinkastenbau als Fundament gestellt wird. Eine Klause von dieser Construction war längere Zeit im Steinalpelthale des k. k. Wirthschaftsbezirkes Frein in Verwendung.* Der Grundbau bestand aus vier Reihen reihenweise ziemlich nahe geschlagener Pfähle, wobei die Zwischenräume durch eingepreßte Bohlen geschlossen wurden, so zwar, daß die Pfahlreihen der Wirkung von vier Spundwänden gleichgehalten werden konnten. Die Pfähle und Bohlen a (Fig. 96) reichten je nach der Beschaffenheit des Bodens 1·5—2·5 m tief, d. h. wurden bis in die wasserundurchlässige Bodenschichte eingeschlagen und ruhte auf ihnen der Schwellenrost b, der Schwerboden c, die 2·2 m hohen Balkenwände d und die Krainerwand e.

Die Balkenwände d aus 36/40 cm starken, vierkantig bezimmerten Balken bilden, wie bei der gewöhnlichen Kastenklause, Kästen, die mit Steinen oder Geschiebmassen gefüllt und an der Oberfläche mit Bohlen überdeckt, beziehungsweise abgedielt wurden.

Der Oberbau besteht:

1. aus der Krainerwand (Wasserwand) e,
2. aus den Wasserwandsäulen f und
3. aus dem Strebewerke.

Die Wasserwandsäulen reichen bis auf den Schwerboden, werden von zwei Balkenwänden fest umschlossen und mit diesen durch 8 mm starke eiserne Bolzen g verbunden. Das Strebewerk besteht zunächst aus zwei Hauptstreben h und i, welche den Druck, den das Wasser auf die Krainerwand ausübt, auf die Balkenwände des Grundbaues übertragen und dabei durch ein System von Hilfsstreben unterstützt werden. Diejenigen Streben, welche für die Festigkeit des Baues eine hervorragende Bedeutung haben, wurden, um sie gegen den Einfluß der Witterung thunlichst zu schützen, sattelförmig bearbeitet und mit Schindeln eingedeckt. In der gleichen Weise, wie die Wasserwandsäulen mit den Balkenwänden durch die eisernen Bolzen g verbunden sind, sind sie auch noch mit der Krainerwand gefestigt, nur daß in diesem Falle die Bolzen in entgegengesetzter Stellung angebracht sind. Ueberdies wurde die Krainerwand auch noch auf der Wasserseite durch die Balken k, die mit den Wasserwandsäulen f fest verschraubt waren, entsprechend verstärkt.

Die sämmtlichen Theile des Oberbaues sind mit Rücksicht auf die nothwendige Auswechslung des einen oder anderen Bestandtheiles durch Schrauben mit starken Unterlagblechen untereinander verbunden. Hiedurch soll das Eindrücken der Holzfasern vermieden werden. Die Krainerwand war unten aus 40/45, in der Mitte aus 40/40 und oben aus 40/35 cm starken vierkantig bezimmerten Balken hergestellt, die Fugen hatten eine Tiefe von 10—13 mm und eine Breite von 1—3 mm und wurden mit Moos fest ausgefüllt. Die einzelnen Joche mit den Streben stehen in Entfernungen von 3 m und dienten einer Dielung l und einer Bedachung als Träger.

Zum Ablassen der Stauwässer war ein Schlag- und Hebethor vorhanden und das letztere unmittelbar vor dem Schlagthore angebracht Die Einrichtung des Schlagthores m

* Die Steinalpelklause ist in den Jahren 1864/66 an der kalten Mürz in Steiermark vom Forstmeister Stöger, Werkdirector Hummel und Zimmermeister Gröbl projectirt und ausgeführt worden. Dieselbe hatte eine Stauhöhe von 7·6 m, eine Kronenlänge von 45·6 m und einen Fassungsraum bei vollständiger Füllung von 72.300 m³.

und des Zugthores n, dann die Aufzugsvorrichtung wird bei den Vorkehrungen für den Wasserabfluß des Näheren besprochen. In dem Gerinne o wird das Schwellwasser, in dem von p das Ueberfallwasser abgeleitet.

Die Vorzüge dieser Bauconstruction liegen außer einer ziemlich bedeutenden Materialersparniß wohl zunächst darin, daß alle Theile des Gesammtbaues zugänglich sind und daher nach Erforderniß leicht durch neue ersetzt werden können. Dagegen müssen als Nachtheile hervorgehoben werden:

1. Erfordert der Bau einer Klause nach dieser Construction ein Holz von besonders guter Qualität; denn die einzelnen Bestandtheile müssen sehr genau zusammengearbeitet werden.

2. Ist, wenn der Bau nicht in ein Felsenprofil gesetzt werden kann, der Oberbau auf einen soliden und festen Unterbau aufzustellen, dessen Anlage aber mit einem höheren Aufwande und mit ungleich größerer Sorgfalt ausgeführt werden muß als bei einem gewöhnlichen Kastenbau mit Steinfüllung.

3. Müssen die einzelnen Bestandtheile öfters erneuert werden, indem sie einerseits den Witterungsverhältnissen mehr ausgesetzt sind, während andererseits von diesen Hölzern wegen ihrer complicirten Verbindungen und wegen des allgemeinen Erforderuisses einer größeren Widerstandsfähigkeit ein hoher Grad von Festigkeit begehrt werden muß.

§. 149. Steinklausen. Fundirung des Klauskörpers.

Der Fundamentbau einer Steinklause muß auf einen tragfähigen und wasserdichten Untergrund gestellt werden. Gestatten es die örtlichen Verhältnisse, daß der Klauskörper unmittelbar auf einen zutagetretenden Felsengrund erbaut werden kann, so genügt eine einfache Abebnung des Grundes, und zwar parallel zu den Lagerfugen des zu erbauenden Mauerwerkes. Liegt der entsprechende Baugrund in einer mäßigen Tiefe, so ist der Grund bis auf die feste Schichte auszuheben und der Raum mit einem wasserdichten Mauerwerk — Bruchsteinmauerwerk mit hydraulischem Kalk — auszufüllen. Sollte jedoch der feste und tragfähige Untergrund erst in einer solchen Tiefe liegen, daß an eine unmittelbare Benützung desselben nicht gedacht werden kann, so ist die Fundamentmauer auf einen Pfahlrost zu stellen. Dieselbe muß aber in diesem Falle bis in die wasserdichte Schichte hinabgeführt werden. Ist der Grund in mäßiger Tiefe fest, aber ungleich dicht, so zwar, daß ohne weitere Vorkehrungen für den Oberbau keine genügende Sicherheit vorhanden wäre, so wird die Fundamentmauer auf einen liegenden Rost gestellt, wenn nicht allenfalls ein einfacheres Mittel, z. B. eingeschlagene Pfähle, genügen sollten, den Untergrund in entsprechender Weise zu dichten.

Als Fundamentalmauerwerk entspricht in trockenen Baugruben ein einfaches Bruchsteinmauerwerk in hydraulischem Mörtel, während dort, wo sich die Baugrube mit Wasser füllt und dieses nur schwer und mit bedeutendem Aufwande zu entfernen ist, das Betonmauerwerk oder die Betonschüttung vorzuziehen wäre. Von den verschiedenen Arten der Fundirungen handeln die §§. 263—277, auf die wir hier verweisen.

§. 150. Der Oberbau oder die Ausführung des Klauskörpers.

Der Oberbau oder der gemauerte Klauskörper besteht:

a) aus einer gewöhnlichen Bruchsteinmauer, die an der Wasser- und Rückseite oder auch nur an d ersteren mit Hausteinen verkleidet ist;

b) aus zwei parallelen Mauern von Hausteinen und einer Füllung des Zwischenraumes mit losen Steinen; endlich

c) aus einem förmlichen System von Längs- und Quermauern aus Bruchsteinmauerwerk, die ähnlich wie bei der Holzklause viereckige Räume bilden, die dann mit Erde oder Geschiebe angefüllt werden.

Bei der Herstellung des Mauerwerkes sind nachstehende allgemeine Bauregeln zu beobachten:

1. Behufs Berechnung der erforderlichen Mauerstärke genügt die Voraussetzung, daß die Mauer um ihre äußere Kante umgestürzt, nicht aber von ihrem Fundamente verschoben werde. Das Letztere könnte möglicherweise eintreten, wenn die Mauer unmittelbar auf einen stark thalwärts geneigten Felsen gestellt wird, eine Möglichkeit, die aber durch das wagrechte Abebnen des Baugrundes vermieden wird.

2. Soll eine Mauer unmittelbar auf einen Felsenuntergrund gestellt werden, so muß die Oberfläche des letzteren parallel zu den Lagerfugen abgestuft werden. Risse oder Spalten im Felsen sind im Bereiche des Fundamentes und nach Erforderniß selbst darüber hinaus mit Mörtel und kleinen Steinen zu schließen, während Oeffnungen von größerer Ausdehnung regelrecht vermauert werden müssen, ehe an den Aufbau des eigentlichen Klauskörpers gegangen wird.

Selbstverständlich dürfen diese Spalten im felsigen Untergrunde nicht Dimensionen annehmen, aus denen eine Gefahr für den Klauskörper oder den Zweck der Klause entstehen könnte; in einem derartigen Falle müßte von der fraglichen Baustelle ganz abgesehen werden.

3. Die Mauer ist aus guten und lagerhaften Bruchsteinen in Mörtel herzustellen und mindestens an der Wasserseite mit einer Lage von Hausteinen (Quadern) zu verkleiden. Die Verkleidung muß mit der Hintermauerung dadurch in eine feste Verbindung gebracht werden, daß die Binder möglichst tief in die Hintermauerung hineingreifen. Damit die letztere nicht durch das Setzen der Mörtelmauer abgedrückt werden, ist die Verkleidung und Hintermauerung gleichzeitig auszuführen.

4. Die Lagerfugen sind auf die Richtung der äußeren Fläche des Mauerprofils normal, beziehungsweise senkrecht zu stellen, während für die Hintermauerung eine horizontale Stellung der Lagerfugen genügt. Ausnahmsweise können mit Rücksicht auf Arbeitsersparung die Lagerfugen horizontal gestellt werden, wenn die Dossirung der Mauer eine mäßige ist, so daß der Winkel, den die Richtung des zusammengesetzten Druckes mit der Verticalen bildet, 15% nicht übersteigt. Bei einer starken Böschung der Wasserwand ist es vorzuziehen, die Lagerfugen zu brechen, weil dadurch einerseits der Aufwand für die kostspielige Bearbeitung der Quadern vermindert wird, während andererseits damit eine höhere Standfestigkeit gegen eine allfällige Verschiebung einzelner Theile der Mauer erzielt werden kann.

5. Die Quadern sind in einer entsprechenden Verbindung „voll auf Fug" zu legen, d. h. zwischen je zwei Laufer muß ein Binder eingelegt werden, der möglichst tief in die Hintermauerung eingreifen soll. Um ein Herausgleiten einzelner Werkstücke (Quadern) aus der Verkleidungsmauer zu verhüten, wenn diese den heftigen Stößen des Triftholzes ausgesetzt sein sollte, müssen die Binder am rückwärtigen Ende schwalbenschweifförmig bearbeitet werden und werden die nach dem Innern fallenden Theile der Quadern rauh gelassen, damit der Mörtel besser hafte.

Bezüglich der Dimensionen der einzelnen Quadern gilt der Grundsatz, dieselben der jeweiligen Beschaffenheit des Materiales angemessen zu wählen. Als Maximalsatz gilt für vorzügliches Material die fünffache Höhe als Länge und die dreifache Höhe des

Steines als Breite. Müssen die Steine auf weite und schwierige Strecken zum Bauplatze zugeliefert werden, so ist es nicht vortheilhaft, den Quadern unverhältnißmäßig große Dimensionen zu geben. Werden die Quadern aus einer weicheren Steinart erzeugt, so erhalten sie gewöhnlich die dreifache Höhe als Länge und die zweifache Höhe als Breite. Eine gute, winkelrechte und möglichst ebene Ausarbeitung der Quadern bedingt das mehr oder minder erschwerte Versetzen der Steine, sowie auch die erzielbare Festigkeit und Widerstandsfähigkeit des Mauerwerkes.

In gleicher Weise soll auch bei der Hintermauerung ein entsprechender Verband angestrebt werden und sind demnach die einzelnen Steine möglichst lagerhaft aneinander zu fügen. Die Zwischenräume müssen mit Mörtel und kleinen Steinen ausgefüllt werden, weil dadurch gleichzeitig auch die Wasserdichtigkeit der Mauer erhöht wird; desgleichen ist auch der Untermauerung jener Quadern (Binder), welche in die Hintermauerung hineinragen, die thunlichste Sorgfalt zuzuwenden.

6. Die Quaderverkleidung ist möglichst wasserdicht herzustellen. Zu diesem Behufe wird zwischen den Quadersteinen ein Oelkitt aus

5 Theilen Ziegelmehl,
2·5 „ ungelöschten Kalkes,
2 „ Hammerschlag,
0·5 „ Bleiglätte,
1·5 „ Leinöl,

dann Hanf, Reh- oder Kuhhaaren, welche Bestandtheile zu einem dicken Brei mit der Hand verarbeitet werden, in 7 mm dicken Schichten aufgetragen. Vor dem Auftragen des Kittes sind die Steine an den Lager- und Stoßflächen gut zu reinigen und mit Leinöl anzufeuchten. Nach Verlauf von einigen Tagen werden auch die äußeren Fugen der Mauer nach erfolgter Reinigung und Anfeuchtung mit Leinöl mit einem Oelkitt verstrichen, der aus

5 Theilen Ziegelmehl,
2·5 „ ungelöschten Kalkes,
2 „ Hammerschlag,
0·5 „ Bleiglätte,
0·75 „ Glasmehl und
2 „ Leinöl besteht.

Auch diese Bestandtheile werden mit Reh- oder Kuhhaaren oder durch einen entsprechenden Zusatz von gehacktem Werg mit den Händen zu einem festen Teig verarbeitet.

Ein weiteres Mittel, um die Quadern möglichst wasserdicht herzustellen, besteht darin, daß in einem jeden Quader an der oberen und unteren Lagerfläche eine halbkreisförmige, 14 mm tiefe Rinne oder Nuth eingehauen wird. Werden sodann die Quadern in ihre richtige Lage versetzt, so müssen die Rinnen übereinander zu liegen kommen und einen kreisrunden Canal bilden, der sich zwischen zwei Steinschichten durch die ganze Länge der Mauer zieht. Dieser Canal wird schon während des Versetzens der einzelne Werkstücke mit Cement ausgefüllt und der letztere noch überdies zum Behufe der größtmöglichen Festigkeit mittelst eines Rundeisens in den 28 mm weiten Canal eingetrieben. Ein Arbeiter vermag in einem Tage circa 1·6—2 Currentmeter 28 mm weiten kreisrunder Canal in einem festen Quaderstein auszuhauen. An der Rückseite sind die Quadern durch hydraulischen Mörtel mit der Hintermauerung zu verbinden.

7. Der gemauerte Klauskörper darf dem Wasserdrucke erst nach dem vollständigen Verhärten des Mörtels ausgesetzt werden, weil sonst die Klause an Festigkeit bedeutend verlieren würde.

Wenn es die Bodenverhältnisse gestatten, d. h. wenn die seitlichen Hänge einen solchen Grad von Festigkeit besitzen, daß ein Theil des hydrostatischen Druckes ohne Gefährdung der gesammten Anlage auf sie übertragen werden könnte, so kann der Klauskörper in Form eines liegenden Gewölbringes, und zwar mit dem Scheitel thalaufwärts hergestellt werden. Durch diese Anlage, wobei circa 0·3—0·4 m Pfeilhöhe auf eine Klauskörperlänge von 5—8 m gerechnet werden können, wird die Standfestigkeit oder Widerstandsfähigkeit einer gemauerten Klause wesentlich gefördert.

8. Der Körper der Klause muß in die beiderseitigen Hänge so weit eingebunden oder staffelförmig hineingeführt werden, daß eine seitliche Hinterspülung des Baues nicht zu fürchten ist.

§. 151. Gemauerte Klausen mit Stein- und Erdfüllung.

Gemauerte Klausen mit Steinfüllung werden in der Weise hergestellt, daß der Raum zwischen der gemauerten Wasser- und Rückwand mit losen Klaubsteinen und Geschiebe ausgefüllt wird. Die Wasserwand ist jedenfalls aus Hausteinen herzustellen, während für die Rückwand ein einfaches Bruchsteinmauerwerk in Mörtel genügt. Eine Klause von dieser Construction ist in der Fig. 97—101 * dargestellt. Dieselbe besteht aus zwei parallelen Wänden von Quadern, von denen die Wasserwand in gerader Linie, die Rückwand dagegen in einem schwachen Bogen geführt wurde. Der innere Raum ist mit Ausschluß einer Tegelschichte längs der Wasserwand mit losen Steintrümmern und Geschiebe angefüllt; die drei Wasserdurchlässe sind aus Quadern hergestellt und ebenso ist auch die thalwärts geneigte Oberfläche oder Krone des Klauskörpers mit behauenen Steinen abgepflastert. Die Wasserwand ist senkrecht und die Rückwand mit einem Anzug von 0·8 m hergestellt und ruht der Bau auf einem festen Felsen.

Bei längeren Werken wird die gemauerte Klaus- oder Wasserwand mit der Rückwand durch Quer- oder Widerlagsmauern verbunden. Diese Quermauern erhalten eine Stärke von 0·9—1·0 m und werden in Abständen von 3—5 m geführt. Bei einem sehr hohen nnd damit auch sehr breiten Klauskörper wird zu der aus Quadern hergestellten Wasserwand in einer Entfernung von 1·5—2 m eine 1·2—1·4 m starke Parallelmauer aus gewöhnlichen Bruchsteinen in Mörtel errichtet, welche Zwischenwand noch zur weiteren Festigung der gesammten Anlage durch Quermauern mit der Wasser- und Rückwand verbunden wird.

Die kastenartigen Räume werden dann mit Steinen, Geschieben oder mit eingestampfter Erde gefüllt, während unter allen Verhältnissen an die Wasserwand eine 0·5 bis 0·8 m dicke Lehm- oder Tegelschichte anzufügen ist. Ferner ist die Krone des Klaus-

---

* Chorinsky-Klause im k. k. Verwaltungsbezirke Goisern. Die Klause hat bei der Länge an der Krone von 28·27 m und einer höchsten Spannhöhe von 6·21 m eine Wasserwandfläche von 133·5 m².

Der Druck auf die Längeneinheit ist $D = \frac{1}{2} h^2 . s = \frac{1}{2} . 6{\cdot}21^2 . 1000 = 19.282$ kg, während das Gewicht des Längenmeters mit 86.820 kg angenommen werden kann, woraus sich eine mehr als vierfache Sicherheit berechnet.

Der Klaushof hat einen Fassungsraum von 16.438 m³ und erfordert die vollständige Entleerung bei geöffnetem Schlagthore einen Zeitraum von 18—20 Minuten.

körpers mit einer kleinen Neigung gegen die Rückwand anzulegen und mit entsprechenden Steinplatten sorgfältig abzupflastern.

Die erstere Form, d. i. die Herstellung des Klauskörpers aus zwei parallelen Quadermauern und Füllung des Zwischenraumes mit Geschiebe oder losen Steintrümmern, wird im Hochgebirge im festen Baugrunde gerne und mit Vortheil angewendet, während die beiden letzteren Formen unverhältnißmäßig viel Material und Arbeit erheischen, daher auch kostspieliger auszuführen sind, ohne daß damit besondere Vortheile erreicht würden. Sollte genügendes Erdmaterial vorhanden sein und auch die sonstigen Verhältnisse die Anlage eines Erddammes ermöglichen, so ist ein solcher anzulegen und an der Wasserseite mit einer Quader-, an der Rückseite dagegen mit einer gewöhnlichen Bruchsteinmauer in Mörtel zu verkleiden. Eine ähnliche Construction ist in der Fig. 102 dargestellt; es ist der Erddamm an der Wasserseite dnrch ein Quaderwerk verkleidet, während die Rückwand eine Steinverkleidung nur in der unmittelbaren Nähe der verschiedenen Ausflußöffnungen erhalten hat. Die Klause hat zwei Schlagthore und drei Abflußöffnungen für das Ueberfallwasser, die mittelst einfacher Zugschützen geschlossen werden können.

§. 152. Pfeilerklausen.

Die Pfeilerklausen sind eine Verbindung des Stein- und des Holzbaues und kann der mittlere Theil des Klauskörpers, d. i. jene Partie, wo die unterschiedlichen Vorkehrungen für den Wasserabfluß angebracht werden, aus Stein und der übrige Theil aus Holz hergestellt sein; nebstdem sind mitunter auch die beiderseitigen Widerlager oder die letzteren nur allein aus Stein erbaut. Die Steinpfeiler erhalten in der horizontalen Projection gewöhnlich die Form eines Rechteckes; der übrige Theil des Klauskörpers kann ein Steinkastenbau sein. Die Fig. 103 ist die Ansicht einer Pfeilerklause mit einem steinernen Mittelpfeiler, während der übrige Theil aus einem Steinkasten besteht. Die Klause hat zwei Grundabläße, zwei Schlagthore und ein Ueberfallthor.

Um eine möglichst solide und dauerhafte Anlage einer Klause bei thunlichster Kostenersparung zu erzielen, empfiehlt sich der Bau von Pfeilerklausen zumal dann, wenn die Länge des Klausdammes eine größere Dimension erreicht, in der nachstehenden Construction. Die Gesammtanlage besteht zunächst aus einer Reihe von stabilen Steinpfeilern aus Hausteinen und aus beweglichen hölzernen Zwischen- oder Krainerwänden. Bis zu einer Länge von 30 m genügen zwei 4 m lange Land- oder Eckpfeiler und ein 5—6 m langer Haupt- oder Mittelpfeiler; über diese Länge hinaus, und zwar bis 54 m, dürfte mit einem Mittel- oder Hauptpfeiler, zwei Zwischenpfeilern und zwei Land- oder Eckpfeilern das Auslangen gefunden werden.

Je nach der Beschaffenheit des Grundes ruhen die Pfeiler entweder unmittelbar auf diesem oder auf einem entsprechenden Grundbau, während der Grundraum zwischen den Pfeilern abgepflastert und allenfalls überdeckt ist. Selbstverständlich muß der letztere entweder durch eine vorgeschlagene Spundwand oder einen in den Boden eingelassenen Steinkasten wasserdicht hergestellt sein. Die Steinpfeiler haben zunächst an den Seiten einen entsprechend tiefen Falz, in welchen sodann die beweglichen Balken der Zwischenwände nach Erforderniß eingelassen werden.

Die Zwischenwände sind wie die gewöhnlichen Krainerwände herzustellen und die äußeren Fugen mit Moos zu dichten. Von Vortheil ist auch die Anwendung gespun-

deter Balken, d. h. die einzelnen Balken erhalten in der Mitte ihrer Lagerflächen, und zwar in der oberen Fläche eine Nuth, in der unteren einen hervortretenden rechteckigen Vorsprung, der aber etwas kleiner als die Nuth sein muß, damit diese theilweise mit Moos ausgefüllt werden kann, wodurch die aufeinandergelegten und eingepaßten Balken zu einer möglichst wasserdichten Wand zusammengefügt werden sollen.

Nach beendeter Trift sind die Balken der Zwischenwände zu entfernen und sodann in einem entsprechend gedeckten Raume aufzubewahren, während der unterste Theil der Zwischenwände oder der Grundbalken, der mit dem Grundbau fest verbunden ist, zurückbleibt. Die zulässige Länge der Zwischenwände, desgleichen die Stärke der einzelnen Balken, die nach aufwärts schwächer werden können, muß nach Maßgabe des bekannten Wasserdruckes berechnet werden. Wäre beispielsweise die Druckhöhe auf den untersten Balken 5 m, der dem Wasser zugewendete Querschnitt $8 \times 0{\cdot}25 = 2{\cdot}0\ m^2$, so ist nach dem Gesetze der Hydrostatik der Druck $= F \,.\, h \,.\, s$

$$D = 2 \,.\, 5 \,.\, 1000 = 10.000\ kg.$$

Die relative oder Bruchfestigkeit eines Balkens von rechteckigem Querschnitt, der gleichmäßig belastet und an beiden Enden unterstützt ist, ist gleich

$$\frac{P \,.\, l}{8} = \frac{1}{6} b \,.\, h^2 \,.\, \frac{A}{\varphi} \text{ oder } \frac{10000 \,.\, 800}{8} = \frac{1}{6} \,.\, 25 \,.\, h^2 \,.\, 70 \text{ und } h = 60\ cm.$$

Wäre indeß so starkes Holz nicht zu bekommen, so ist entweder die Zwischenwand durch eine Jochconstruction zu stützen oder es ist die Länge der Zwischenwand entsprechend zu kürzen.

$$l = \frac{1}{6} \,.\, b \,.\, h^2 \frac{A}{\varphi} \,.\, \frac{8}{P}$$

$$l = \frac{1}{6} \,.\, 25 \,.\, 1600 \,.\, 70 \,.\, \frac{8}{10000}$$

$$l = 3{\cdot}73\ m.$$

Wäre beispielsweise nur ein 25/40 cm starkes Gehölz verfügbar, so dürfte die Zwischenwand nur eine Länge von 3·73 m erhalten, oder es muß bei der Länge von 8 m in der Mitte durch ein Joch- oder Sprengwerk unterstützt werden, wobei die Balken dieses in die Seitenpfeiler einzulassen sind.

Wären die verfügbaren Balken 25/40 cm stark und handelte es sich darum, durch Rechnung zu finden, wie viel Balkenlagen durch ein Sprengwerk zu stützen sind, nachdem bekanntlich der hydrostatische Druck nach aufwärts abnimmt, so ist zunächst der zulässige Druck auf den 8 m langen und 25/40 cm starken Balken zu berechnen.

$$P = \frac{8}{6 \,.\, l} \,.\, b \,.\, h^2 \,.\, \frac{A}{\varphi} = \frac{8}{6 \,.\, 800} \,.\, 25 \,.\, 1600 \,.\, 70 = 4666\ kg.$$

Nachdem aber $P = F \,.\, h \,.\, s$ oder $4666 = 2 \,.\, h \,.\, 1000$, daher $h = 2 \,.\, 33$, so müßte die Unterstützung bis zu einer Höhe von 2·7 m emporreichen, beziehungsweise es müßten die untersten elf Balkenlagen verstrebt werden. Wird ein Sprengwerk angewendet, so ist in dem Unterstützungspunkte eine Holzsäule an die Zwischenwand anzulegen und diese sodann durch 2—4 Paare von Streben zu stützen, ähnlich wie bei dem Sprengwerke einer Brücke. Die Streben sind in die Steinpfeiler einzulassen und werden mit den Balken der Krainerwand entfernt und aufbewahrt.

§. 153. Canäle zum Ablassen der Seich- oder Sickerwässer.

Durchlässe zum Ablassen der Seich- oder Sickerwässer müssen zunächst bei jenen Klausen hergestellt werden, wo der Klaushof noch nicht in den oberen Schichten verschlämmt ist und daher zu befürchten steht, daß die in den Boden eindringenden Wassermassen in das Fundament des Klauskörpers eintreten könnten. Speciell wird eine möglichst schnelle und gründliche Ableitung der Sickerwässer bei jenen Klausen dringend geboten sein, deren Fundament nur in eine mäßige Tiefe hinabreicht und deren Untergrund eine anhaltende Durchnässung nicht verträgt, beziehungsweise wenn eine solche die Sicherheit des Klauskörpers gefährden könnte. Der Ablaßcanal soll hinter der Krainerwand in tiefstem Niveaupunkte beginnen und unter dem Körper der Klause in das Bett des Triftbaches derart eingeleitet werden, daß nicht etwa bei dem Ablassen der geschwellten Wassermassen jene in Folge von Rückstauung durch den Canal in das Fundament des Objectes zurücktreten können. Sollte dies mit Rücksicht auf die örtlichen Gefällsverhältnisse nicht zu umgehen sein, so ist entweder von der Anlage eines Ablaßcanals gänzlich abzusehen oder an seiner Ausmündungsstelle eine Verschließvorrichtung anzubringen, mittelst deren ein Zurücktreten des Schwellwassers beim Oeffnen der Klause vollständig unmöglich gemacht wird. Der Canal ist aus Holzwänden oder einer Cementmauerung möglichst wasserdicht herzustellen und dürfte ein Querschnitt von 20 – 30 cm im Quadrat in den meisten Fällen genügen. Bei jenen Klausen, wo der Raum der Krainerwand und der ersten Mittelwand unausgefüllt bleibt, kann auch längs der Krainerwand ein kleines, offenes Gerinne hergestellt werden, welches in den Ablaß einmündet. Dieses Gerinne hätte sodann jene Wassermassen aufzunehmen und abzuführen, welche bei gespannter Klause durch die Fugen der Wasserwand in das Innere des Klauskörpers eindringen.

§. 154. Der Grund- oder Kothablaß.

Wenn das Hauptthor oder die Hauptablaßöffnung in der Wasserwand nicht unmittelbar im Niveau des Klaushofes liegt, so muß mit Rücksicht auf die unerläßlichen Reparatur- und Reinigungsarbeiten im Klaushofe oder an der Wasserwand eine Ablaßöffnung angelegt werden, welche dessen vollständige Entleerung gestattet. Diese Oeffnung heißt dann Grund- oder Kothablaß und steht mit einem kleinen Canal, dem Grundablaßcanal, in Verbindung. Die inneren Dimensionen dieses Canals hängen theils von der Größe der Klause, theils von der Menge des Zuflusses ab, nachdem der letztere oft seinen Abfluß durch den Grundablaßcanal nehmen muß, wenn die Klause außer Benützung steht, eine Anordnung, die auch wesentlich zur Schonung des Hauptthores beitragen wird. Der Grundablaßcanal wird wie der Hauptcanal entweder aus Hausteinen oder bei Holzklausen aus dreiseitig bezimmertem Gehölze wasserdicht hergestellt und an der Wasserwand durch eine Hebeschütze geschlossen.

§. 155. Die Vorkehrungen für den Abfluß des Ueberfallwassers.

Ohne eine Vorkehrung für den Abfluß jener Wassermassen, die bei gefüllter Klause noch zurinnen, müßte entweder diese nach erfolgter Füllung abgelassen werden oder es wäre das Stauwasser gezwungen, seinen Abfluß über die Krone des Baues zu nehmen. Um das letztere, um der damit verbundenen Nachtheile willen, die dem Bauwerke

erwachsen würden, einerseits zu vermeiden, andererseits aber auch die Möglichkeit an der Hand zu haben, die Klause bis zu jenem Zeitpunkte gespannt zu erhalten, wo sie mit der größten Wirkung für den Triftbetrieb geöffnet werden kann, wird in der Krone des Klauskörpers ein entsprechendes Abflußgerinne hergestellt. Dieses Ueberfall- oder Fluchtgerinne ist gewöhnlich ohne Verschluß und daher unausgesetzt offen oder kann durch ein Fluchtthor (Klappthor), das sich bei einer bestimmten Stauhöhe des Klauswassers selbstthätig um eine horizontale Achse dreht und öffnet, geschlossen werden. Bei den Erd- und Steinklausen wird das Ueberfallgerinne aus Hausteinen hergestellt, während es bei den Holzklausen aus dreiseitig behauenem Gehölz zusammengefügt wird. Das Ueberfallgerinne muß in einem jeden Falle mit einer entsprechenden hölzernen „Schußtenne", d. i. mit einem Holzcanal in Verbindung stehen, damit das Ueberfallwasser erst in einiger Entfernung vom Fuße der rückwärtigen Klauswand in das natürliche Wasserbett abstürze, weil sonst eine Unterspülung der Rückwand durch die kolkende Wirkung des Abfallwassers möglicherweise eintreten könnte. Im felsigen Grunde und bei Steinklausen können die Schußtennen des Ueberfallgerinnes entfallen.

Die Schußtenne wird entweder durch hölzerne Säulen (Fig. 91) getragen oder ruht auf Brustwehren, d. h. auf einem Holzkastenbau von derselben Construction wie der Körper einer Holzklause. Die letzteren sind in Folge ihrer größeren Festigkeit, sowie auch mit Rücksicht darauf, daß sie zur Widerstandsfähigkeit des gesammten Klauskörpers namhaft beitragen, den säulenförmigen Trägern vorzuziehen.

Die Größe des Ueberfallthores bedingt die Masse des Zuflusses, wobei selbstverständlich auf elementare Ereignisse, d. h. auf die Folgen eines starken und anhaltenden Regens die gebührende Rücksicht genommen werden muß. Bezeichnen wir mit h die Entfernung der Ueberfallsschwelle vom Wasserspiegel, mit b die Breite des Ueberfallgerinnes, mit m die abfließende Wassermasse pro Secunde und mit g die Beschleunigung der Schwere, endlich mit f den Ausflußcoefficienten, so ist nach der bekannten Formel für die Berechnung der Abflußwässer aus einer Seitenöffnung:

$$m = \frac{2}{3} f . b . h . \sqrt{2 g . h}$$

die erforderliche Breite des Gerinnes, wenn die Abflußmasse m bekannt ist,

$$b = \frac{3 m}{2 . f . h \sqrt{2 g . h}}.$$

§. 156. Die Vorrichtungen zum Ablassen des Schwellwassers.

Die angesammelten oder geschwellten Wassermassen werden durch die Klausöffnungen oder Thore abgelassen; deren Form und Größe, sowie die Art des Verschlusses richtet sich nach dem localen Bedürfnisse, ob nämlich Hölzer und Wasser oder nur das letztere die Oeffnungen passiren soll, ob ferner der Abfluß nach Bedarf geregelt werden muß oder das angesammelte Wasserquantum ohne eine Unterbrechung abfließen darf.

Nach Maßgabe dieser speciellen Bestimmungen unterscheiden wir Abflußöffnungen

a) mit Zapfenverschluß,

b) mit Thorverschluß und bezeichnen diese letzteren als Versatz oder Hebethor oder Ziehschützen, wenn der Wasserabfluß nach Erforderniß geregelt werden kann, während sie Schlagthore genannt werden, wenn die angesammelten Wassermassen ohne

Unterbrechung abfließen. Eine Klause mit Zapfenverschluß heißt dann eine „Zapfenklause", mit Schlagthor eine „Schlagklause".

Die Nachtheile der Schlagthore sind:

1. Durch die plötzlich geöffneten Schlagthore fließt das Wasser mit Rücksicht auf die große Druckhöhe im Klaushofe mit einer bedeutender Geschwindigkeit durch die ganze Thoröffnung hinaus und erzeugt in dem Triftbache eine hochangeschwollene Flut, die häufig über die im Bache liegenden Trifthölzer hinwegstürzt, ohne sie zu heben und mitzuführen.

2. Die so plötzlich in den Triftbach eingeführten bedeutenden Wassermengen verursachen größere Beschädigungen an den vorhandenen Uferschutzbauten und greifen, wo solche fehlen, das Ufergelände in höherem Maße an.

3. Die durch ein geöffnetes Schlagthor abfließenden Wassermassen werden mit der Abnahme der Druckhöhe immer geringer und wirkungsloser.

4. Während der Wasserabflüsse kann ein Schlagthor einfacher Construction nicht geschlossen werden; es müssen daher vielfach unnöthige Wassermassen abfließen.

5. Durch den heftigen Schlag*, den das Thor beim Oeffnen verursacht, wird der gesammte Klauskörper in einer nachtheiligen Weise erschüttert und das Thor selber in viel zu kurzer Zeit abgenützt.

Die Hebethore und die in ihrer Wirkung gleichen Vorrichtungen gestatten:

1. ein entsprechendes Vorwässern der Triftstraße;

2. ein ruhiges Aufschließen der Abflußöffnung, d. h. es leidet hiebei weder der Klauskörper, noch das Hebethor;

3. die vollständige Regelung der Abflußmassen durch successives Heben der Thore**, und

4. das Schließen der Abflußöffnung noch während des Ganges des Schwellwassers.

Während das Schlagen oder Oeffnen eines Schlagthores schnell und mit geringem Kraftaufwande bewerkstelligt werden kann, erfordert das Heben oder Ziehen der Hebethore oder Ziehschützen eine höhere Kraftäußerung. Größere Klausen sollen auf jeden Fall nebst dem Schlagthore auch Hebethore besitzen oder soll unmittelbar vor das Schlagthor ein Hebethor gestellt werden, so zwar, daß vor ein und derselben Oeffnung nach Bedarf entweder das Schlagthor oder das Hebethor in Wirksamkeit treten kann. Die gewöhnlichen Schlagthore haben eine Höhe von 1·9—2·5 m und eine Breite von 1·3—2·5 m, die Aufzieh- und Hebeschützen haben eine Höhe von 1·8—2·5 m und eine Breite von 0·6—3·0 m, die bei größeren Schleusenwehren bis 7 m reichen kann.

§. 157. Der Zapfenverschluß.

Die Abflußöffnung einer Zapfenklause befindet sich im Niveau des Klaushofes und besteht aus einer cylindrischen oder konisch hergestellten Oeffnung, in die ein Zapfen

---

* Der zur Wirkung kommende Stoß oder Schlag beim Oeffnen eines Schlagthores ist ein zweifacher, und zwar:

a) der Stoß durch die zum plötzlichen Abfluß kommenden Wassermassen $S = \frac{2 a . s . v^2}{g}$;

b) der Schlag des geöffneten Thores auf die Seitenwandung des Abflußcanals $S' = 2 a . h . s$.

In diesen Formeln ist a der Querschnitt des Thores, v die Abflußgeschwindigkeit, h die Druckhöhe, s das specifische Gewicht des Wassers und g die Acceleration der Schwere.

** Durch einfache Rechnung kann gefunden werden, daß sich die Zeitdauer der Trift bei Anwendung der Zugschütze (Hebethor) zu der mit dem Schlagthore annähernd wie 3 : 1 verhält, ein Umstand, der in der Praxis mit Rücksicht auf die namhafte Minderung des Triftaufwandes in wohlverstandenem Interesse sehr zu beachten ist.

von gleicher Form und Größe wasserdicht eingesetzt werden kann. Der Zapfen a (Fig. 89) wird gewöhnlich durch eine Schraubenvorrichtung b* gehoben oder in die Oeffnung c eingeführt. Das Wasser fließt durch diese Oeffnung und den damit in Verbindung stehenden Canal d durch den Klauskörper in den Triftbach ab.

Die Nachtheile eines Zapfenverschlusses, beziehungsweise einer Zapfenklause überhaupt bestehen darin:

1. daß der Klaushof leicht verschlämmt und versandet wird;

2. daß eine Reinigung in dem entsprechenden und erforderlichen Umfange nicht durch das Wasser selbst, sondern durch kostspielige Handarbeit bewerkstelligt werden muß, und

3. daß das zu dieser Abflußvorrichtung unbedingt erforderliche Gefälle von der Klaushof- oder von der eigentlichen Stauhöhe verloren geht.

Der hydrostatische Druck auf den Verschlußzapfen ist $D = F \cdot h \cdot s$, wobei F der Querschnitt des Zapfens, h die Stauhöhe und s das specifische Gewicht des Wassers bedeutet. In dem speciellen Fall (Fig. 89) ist $F = 0{\cdot}433\ m^2$, $h = 3{\cdot}16$ und $s = 1000$, daher $D = 1368\ kg$.

Nach Weißbach ist die Kraft k, welche zur Umdrehung einer flachgängigen Schraube (Fig. 110) erforderlich ist, um den Druck D zu überwinden, gleich:

$$k = Q \cdot b \cdot \operatorname{tang}(\alpha \pm \beta) = \left(\frac{h \pm f \cdot \pi \cdot d}{\pi \cdot d \mp f \cdot h}\right) Q \cdot b,$$

worin Q die Last, α den Steigwinkel, h die Ganghöhe, $d = 2\,b$ den mittleren Durchmesser des Schraubengewindes, β den Reibungswinkel und f den Reibungscoefficienten, endlich π die bekannte Ludolf'sche Zahl bedeutet.

§. 158. Der stehende und liegende Versatz.

Der erstere wird in der Weise hergestellt, daß vor die Ausflußöffnung gespaltene Rundholzabschnitte oder sogenannte „Halbbäume" senkrecht, und zwar unmittelbar nebeneinander in den Boden eingestoßen werden. Diese Rundholzstücke bilden daher eine Pfahlwand, mittelst welcher die Abflußöffnung geschlossen wird. Ein Grundbaum in der Sohle und ein Querbaum am oberen Rande der Ausflußöffnung gewähren der Pfahlwand eine genügende Stütze, an die sie überdies durch den hydrostatischen Druck fest angepreßt wird. Zur Erzielung einer entsprechenden Dichtung dieser Wandung werden die Fugen mit Moos verstopft und durch eine am Fuße vorgelegte Lehm- oder Tegelschichte gegen ein frühzeitiges Ausheben in Folge des Wasserdruckes gesichert. Nachdem ein jeder Halbbaum am Kopfe einen Eisenring hat, so ist das Oeffnen und Entfernen einzelner Versatzstücke mit Hilfe eines Seilhakens leicht möglich; denn es bedarf nur eines einfachen Lüftens der Halbbäume, da das Ausheben und Emportreiben durch die Gewalt des Wasserdruckes besorgt wird.

Werden die Versatzstücke nicht gestellt, sondern horizontal übereinandergelegt und vierkantig beschlagen, so heißt ein derartiger Verschluß der Ausflußöffnung ein liegender Versatz. Die Versatzstücke liegen mit ihren Köpfen in den zu beiden Seiten der Ausflußöffnung hergestellten Fugen der Klauswand und haben einen so weiten Spielraum, daß sie durch einen keilförmig zugerichteten Schlagpfahl, den man in die eine Fuge von oben

* Die Schraubenvorrichtung ist in Fig. 110 und die Verbindung des Zapfens mit dem Hebegerüste in Fig. 104 in größerem Maßstabe dargestellt.

eintreibt, von jener Widerlagsfläche abgedrängt und dann vom Wasser fortgerissen werden; mitunter hebt man auch die einzelnen Verschlußhölzer mittelst eines Haken einzeln empor. Es läßt sich auch statt der einen Fuge in der Klauswand eine drehbare Holzsäule oder „Sperrgrindel" verwenden, welcher durch Drehung die anliegenden Verschlußhölzer lüftet und somit die Oeffnung des Verschlusses auf einmal veranlaßt. Im letzteren Falle ist dann die Wirkung des liegenden Versatzes mit der eines Schlagthores gleichzuhalten. Damit die Versatzhölzer nicht vom Wasser mitgeführt werden können, so müssen sie einzeln mit Ketten an die Klauswand befestigt werden.

Der stehende und liegende Versatz kann mit Vortheil angewendet werden:

a) bei größeren Durchflußöffnungen, wo zum Heben eines festen Thores umständliche Hebevorrichtungen erforderlich wären;
b) dort, wo sich ein Schlagthor mit Rücksicht auf einem gleichmäßigen Wasserabfluß nicht empfehlen sollte, und
c) in dem Falle, als das Oeffnen und Schließen der Abflußöffnung, beziehungsweise die Verwendung der Schleuse oder Schwellvorrichtung nur in beschränktem Maße nothwendig sein sollte.

§. 159. Die Zug- und Hebethore oder Schützen.

Die Zug- und Hebethore werden gewöhnlich aus 8—16 cm starken Bohlen gefertigt und mit Eisen entsprechend beschlagen. Die Thore laufen in zwei gefalzten Säulen, welche in der Wand der Klause befestigt sind, und haben bei größeren Dimensionen Laufrollen (Fig. 105), während der Falz mit Eisenblech oder Eisenschienen gefüttert ist. Gehoben werden die Thore entweder mittelst Zugketten oder Zugstangen. Für Hebethore oder Schützen unter 1·8 m Breite genügt eine, für größere Breiten dagegen sind zwei Zugstangen erforderlich. Breite Thore kommen nur bei einem Schleusenwehr oder bei den Schwellwerken an einem Seebecken (Seeklausen) vor, während es bei Klausen vortheilhafter ist, statt eines großen Hebethores lieber mehrere kleinere Schützen oder Hebethore anzulegen. Um Thore von zu großen Höhendimensionen zu vermeiden, wodurch das Oeffnen wesentlich erleichtert wird, können auch zwei Thore übereinander angebracht werden, derart, daß zuerst das obere und dann das untere gezogen wird. In diesem Falle muß natürlich jedes Thor eine selbstständige Hebevorrichtung besitzen. Vorwiegend kommen solche Doppelthore bei Rechenanlagen in Anwendung. Die Fig. 106 stellt ein Hebethor oder eine Ziehschütze mit einer, die Fig. 107 und 108 dieselbe Vorrichtung mit zwei Zugstangen vor, welch' letztere in Fig. 107 mit einer Anzahl von Querbalken a untereinander verbunden sind.

Das Heben oder Oeffnen der Thore geschieht in verschiedener Weise; es sind hiefür vielfache Constructionen erdacht und in Anwendung gebracht worden, von denen sich natürlich die einfachsten am besten bewähren. Eine complicirte Hebevorrichtung kann eben nicht von einem jeden Arbeiter gehandhabt werden; ferner ist, wenn ein Schaden oder ein Gebrechen an einer Vorrichtung eintritt, dies in einem abgelegenen Gebirgsthale nicht leicht zu beheben.

Die gebräuchlichsten Hebevorrichtungen sind:

1. Das Oeffnen des Hebethores mittelst eines Hebebaumes

ist die einfachste diesfällige Vorrichtung. Dabei müssen die Hebeschützen mit zwei Zugstangen versehen sein, die wie in Fig. 107 durch Querhölzer verbunden sind. Mit Hilfe

eines einfachen Hebebaumes, dessen Unterstützungspunkt nach Bedarf erhöht werden kann, während das eine Ende desselben zwischen die Querhölzer geschoben wird, kann das Thor von einer mittleren Größe durch ein bis zwei Arbeiter successive emporgehoben werden.

2. Das Heben eines Thores mittelst einer durchlochten Zugstange und mit einem Griff.

Diese Hebevorrichtung ist in Fig. 109 abgebildet und besteht aus der durchlochten oder mit entsprechend tiefen Einkerbungen versehenen Zugstange a, aus der an der Spitze mit Eisen beschlagenen Grifffstange b, die gleich einem Hebel gehandhabt wird, und aus einer kurzen Holzschwelle c als Unterstützungspunkt.

3. Zugstange und Schraube* (Fig. 110 a, b, c).

Die Zugstange a (Fig. 110 a) wird an ihrem oberen Ende mit einer flachgängigen Schraube b verbunden und mittelst der Schraubenmutter bei c und der zwei beweglichen Arme d nach Erforderniß emporgehoben oder herabgedrückt.

4. Zahnstange und Zahnrad als Hebevorrichtung (Fig. 111).

An dem oberen Theile der Zugstange (Fig. 111) wird eine eiserne gezahnte Stange in der Lage der Thorhöhe befestigt. In diese Stange greift ein kleines, auf einer Welle befestigtes, eisernes Zahnrad, welches mittelst der an der Welle angebrachten Kurbeln bewegt wird. Bei einem Thore, dessen Breite circa 1·8 m übersteigt, sind dann zwei Zugstangen und zwei eiserne Zahnräder erforderlich.

5. Zugkette und Trommel.

Das Thor wird mit einer Kette verbunden, die um eine an einer Welle befestigte Trommel läuft und beim Drehen der letzteren mittelst einer einfachen Kurbel emporgezogen wird. Das Schließen erfolgt selbstthätig, und zwar durch die eigene Schwere des Thores.

6. Zugketten und Welle (Fig. 112).

Wenn das Thor eine große Breite hat, so zwar, daß mit einer Zugkette ein gleichmäßiges Heben nicht möglich sein sollte, so werden an das Hebethor zwei Zugketten befestigt und diese mit einer Welle verbunden. Die Welle a (Fig. 112) hat Speichen oder Oeffnungen b zum Durchstecken von Speichhölzern, mittelst deren die Welle gedreht und die Ketten und damit auch das Thor emporgehoben werden. Das Zahnrad (Sperrrad) c und der selbstthätig eingreifende Eisenstift (Sperrhaken) d verhindert ein Zurückgehen der Welle. Bei Schließung des Thores wird der Haken d ausgehoben und fällt das Thor in Folge seiner eigenen Schwere herab. Diese Vorrichtung ist indeß nur für Thore anwendbar, deren Breite 3 m nicht überschreitet.

---

* Die Zugstange mit Schraube ist nicht besonders zu empfehlen, denn einerseits geht das Heben des Thores sehr langsam von statten, während es andererseits schwer hält, für solche Aufzüge hinreichend genau gearbeitete Schrauben zu bekommen. Bei einem Thore von großer Breite sind (Fig. 110 b und 110 c) zwei Zugstangen erforderlich.

Die Kraft, die zum Heben einer Schütze oder eines Hebethores nothwendig ist, steigert sich mit dem Querschnitte des Thores oder der Schütze und ist gleich

a) dem Drucke des Wassers, beziehungsweise dem Gewichte der Wassermasse, deren Kubikinhalt berechnet wird, wenn man den Querschnitt des Thores mit der halben Höhe jener Wassersäule multiplicirt, welche durch das Thor zurückgehalten wird;

b) dem Aufwande an Kraft, welcher zur Ueberwindung der Reibung beim Ziehen oder Heben des Thores erforderlich ist.

$D = s \,.\, Q \,.\, \frac{h}{2} + R$, wobei s das specifische Gewicht des Wassers, Q der Querschnitt des Thores, h die Höhe der zurückgehaltenen Wassersäule und R die Größe der Reibung bedeutet. Die Reibung des Thores an den Wandungen des Falzes kann beim Uebergange aus der Ruhe in die Bewegung mit 50%, während der Bewegung, das heißt während des Hebens selber mit 25% jenes Kraftaufwandes bemessen werden, welcher zum Heben des Thores bei nicht gespannter Klause erforderlich ist.

Eiserne Schienen im Falze und Rollen an den Thorkanten werden die Reibung wesentlich vermindern; nur müssen die Rollen rückwärts noch durch einen Arm unterstützt werden, damit sie dem Drucke, den das Wasser auf die äußere Wandung des Thores ausübt, einen entsprechenden Widerstand entgegenzusetzen vermögen. Dem Wasserdrucke muß die Construction, beziehungsweise die Festigkeit des Thores oder der Schütze entsprechen, keinesfalls aber soll derselbe über das erforderliche Maß hinausgehen, weil sonst das Thorgewicht unnöthigerweise vermehrt wird.

Erfordert die Klause eine größere Oeffnung, so ist es zweckmäßiger, mehrere Schützen nebeneinander oder zwei übereinander zu stellen, weil das Heben kleiner Thore einen geringen Kraftaufwand und dementsprechend auch einfachere Hebevorrichtungen erheischt. Eine Betriebsstörung durch Brechen oder sonstige Beschädigung an der einfach construirten Hebevorrichtung entfällt, weil ein Schaden sogleich behoben werden kann, während bei complicirten Aufzugsvorrichtungen andauernde Betriebsstörungen stets zu befürchten sind.

§. 160. Das Schlagthor.

Das Schlagthor (Fig. 113) wird wie ein Hebethor aus starken Bohlen mit entsprechenden Verstrebungen hergestellt und durch Kalfatern der Fugen möglichst wasserdicht gemacht. An der unteren Kante des Schlagthores ist gewöhnlich ein „Lauladen", d. i. ein bewegliches Bohlenstück a angebracht, welches emporgehoben im Thore einen kleinen Abfluß eröffnet, durch welchen die gewöhnlichen Zuflußmassen selbst bei geschlossenem Schlagthore abfließen können.

Nach der Stellung der Drehungsachse des Thores unterscheiden wir folgende Fälle:

1. Schlagthore mit verticaler Drehungsachse:

a) die Drehungsachse liegt in der Thorkante,

b) die Drehungsachse liegt innerhalb der Thorfläche;

2. Schlagthore mit horizontaler Drehungsachse:

a) die Drehungsachse liegt in der oberen Kante des Thores, oder

b) dieselbe liegt innerhalb der Thorfläche.

Der wesentlichste Theil bei einem Schlagthore ist der Verschluß, beziehungsweise jener constructive Theil desselben, mittelst dessen das geschlossene Thor bei gefüllter Klause geöffnet oder „geschlagen" werden kann. *

1. Schlagthor mit verticaler Drehungsachse an der Thorkante.

Ein Schlagthor mit verticaler Drehungsachse an der Thorkante ist in den Fig. 114, 115 und 116 dargestellt, und zwar ist Fig. 114 die rückwärtige Ansicht des Thores bei geschlossener Klause, Fig. 115 der Grundriß eines geschlossenen und Fig. 116 der eines geöffneten Thores. Die Säule a enthält die eisernen Zapfen, um welche das Thor gedreht wird, b ist das Rahmenstück, c sind die Wandbohlen, d ist der Thorriegel, e der excentrische Sperrgrindel, f ein an dem Sperrgrindel befestigter Arm, g der Hebel, welcher an den Arm f fest angepreßt wird, wodurch der Sperrgrindel das Thor geschlossen erhält, und h ist die Schlagstange, mittelst welcher der Hebel g bewegt und das Thor geöffnet werden kann.

Die Vorrichtung zum Anhalten des Sperrgrindels kann inmitten des Thores oder in der Höhe der oberen Thorkante angebracht sein. Zweckmäßig ist die Verwendung von Eichenholz für die Drehsäule und den Sperrgrindel, des Fichtenholzes für die Thorpfosten (Bohlen), den Hebel und die Schlagstange, während jene zwei Rahmenstücke, in denen die Büchsen für die Sperrgrindelzapfen eingefügt werden sollen, aus Lärchenholz herzustellen wären. Im Gebirge werden gewöhnlich alle Bestandtheile des Schlagthores aus Lärchenholz angefertigt, nachdem Eichen schwer zu bekommen sind, während vorzügliches Lärchenholz genügend vorhanden ist.

Der Sperrgrindel sowohl als auch die Drehsäule sind mehrfach mit eisernen Reifen umspannt und durch Bänder und Riegel aus Eisen mit den Thorpfosten fest verbunden. Das Schließen des Thores kann mit Benützung eines eisernen Griffes oder einer Sapine leicht erfolgen; letztere wird in eigens für diesen Zweck am Boden der Schußtenne angebrachte Oeffnungen gesteckt.

Eine zweite Construction, mittelst welcher ein Schlagthor geöffnet werden kann, ist in Fig. 117 dargestellt. Der Sperrgrindel a hat einen kurzen Hebel b, welcher bei geschlossenem Thore in den Ausschnitt c der in einen Klotz endenden Schlagstange d genau hineinpaßt. Wird diese, welche am unteren Ende einen starken eisernen Zapfen e hat, um die Stärke des Hebels b nach abwärts geschlagen, so wird der letztere seiner Stütze beraubt und dreht sich über die Fläche f nach einer Mauernische, d. h. es wird der Sperrgrindel gewendet und damit das Thor geöffnet.

2. Schlagthor mit verticaler Drehungsachse innerhalb der Thorfläche.

Durch die Gewalt des Wasserdruckes wird das Schlagthor beim Oeffnen derart heftig an die Wand des Abflußcanals geworfen, daß einerseits das Thor, andererseits auch der Klauskörper in nachtheiliger Weise erschüttert wird, so zwar, daß sowohl das Thor, als auch der Klauskörper in erhöhtem Maße der Abnützung unterliegt. Die schädlichen Schläge des Thores beim Oeffnen lassen sich nahezu vollständig beseitigen, wenn die Drehungsachse des Thores in $^1/_4$—$^1/_5$ der Thorbreite angebracht wird, weil dann das Wasser auf beiden Seiten abfließt und dem sich öffnenden Thore als Fallbett dient.

* Schlagthore mit selbstthätig wirkenden Oeffnungsvorrichtungen empfehlen sich in der Praxis nicht.

3. Schlagthor mit horizontaler Drehungsachse an der oberen Kante des Thores.

Fig. 118 ist die rückwärtige Ansicht und der Grundriß des geschlossenen Thores sammt Schlagkasten A, während Fig. 119 den Schnitt des geschlossenen und einen Grundriß des offenen Thores darstellt. Die eisernen Drehungszapfen sind in den oberen Thorbalken a befestigt, b ist der Sperrgrindel, c die Verschlußvorrichtung, d der Verschlußhebel und d' im Schlagkasten A die Schlagstange. Bei Niederstoßen der Schlagstange legt sich der Sperrgrindel um und wird das Thor vom Wasser emporgehoben.

Damit der Sperrgrindel und die Sperrvorrichtung nicht vom Geschiebe oder Holz beschädigt werden kann, ist zwischen dem Thore und dem Sperrgrindel ein im Charnier laufender Laden e angebracht, der sich beim Oeffnen umlegt und sodann den Sperrgrindel und die Sperrvorrichtung bedeckt. Im Durchlaßgewölbe ist eine Rolle f und am Thore ein eiserner Ring g befestigt, so daß mittelst eines Seiles das Thor bis an die Gewölbsdecke emporgehoben und in dieser Lage befestigt werden kann, wenn beispielsweise Holz durch das Schlagthor abgetriftet werden soll oder die Klause außer Benützung steht. Die einzelnen Dimensionen und die weiteren Details kann man den ausführlichen Zeichnungen entnehmen.

4. Schlagthor mit horizontaler Drehungsachse innerhalb der Thorfläche* (Fig. 120).

Die Drehungsachse a ist in der Mitte des Thores — es werden derselben gewöhnlich zwei aufgestellt — angebracht, und geschieht das Oeffnen der geschlossenen Klause in nachstehender Weise: Der Hebel c wird durch die Zugkette b in die Stellung c' gehoben, damit die Welle d mit den zwei abgekeilten Däumlingen e e gedreht und die Thore nacheinander geöffnet. Geschlossen wird die Ausflußöffnung durch Anziehen der Kette f mittelst der Winde g, welche mit dem Thore im Punkte m verbunden ist; um die Sperrung von der Kette f unabhängig zu machen, werden die Däumlinge e e vorgeschoben, d. h. die Stange aus der Stellung c' in jene von c durch Niederlassen der Kette b gebracht. Bevor aber das letztere geschieht, wird zur Sicherheit die Zugstange h gehoben und der Haken k in die Oese des Thores eingefügt.

§. 161. Die Herstellung der Abflußcanäle für das Schwellwasser.

In einer hölzernen Kastenklause wird der Ausflußcanal aus dreiseitig bezimmerten Hölzern in einer Erd- oder Steinklause aus Hausteinen möglichst wasserdicht hergestellt. Der Grund eines Ablaßcanales wird selbst bei einer Steinklause mit Bohlen abgedielt und soll diese Dielung oder „Schußtenne" über die Ausflußöffnung hinausgeführt werden, damit das Wasser nicht unmittelbar am Fuße der Klause abstürze, d. h. wenn das Hauptablaßthor nicht unmittelbar am Grunde der Klause ausmündet oder die Bachsohle aus einem leicht beweglichen Materiale besteht, so muß zur Vermeidung einer Auskolkung der Wasserabfluß über eine kurze Schußtenne geleitet werden. Ueberhaupt soll der Wasserabfluß aus allen Durchlaßöffnungen derart angelegt sein, daß eine Auskolkung und Gefährdung des Baues keinesfalls zu befürchten steht.

---

* „Die Bodencultur auf der Wiener Weltausstellung," II. Band, pag. 71.

§. 162. Vorkehrungen zum Schutze des Klauskörpers und zur Erhaltung des Klaushofes.

Mit Rücksicht auf die Erhaltung des Klauskörpers und des Klaushofes empfehlen sich im Allgemeinen nachfolgende Vorkehrungen:

1. Die Krone einer Erddammklause ist abzupflastern und der Rasen oder eine allfällige Pflasterung der Wasserwand sorgfältig zu erhalten, desgleichen ist auch das Ansiedeln von Gesträuch oder Baumpflanzen im Bereiche des Dammkörpers zu verhüten, weil die Wurzeln in der Erdmasse Sprünge erzeugen, was ein Durchsickern des Wassers nach sich ziehen könnte.

2. Holzklausen sind, wo thunlich, mit einer Bedachung zu versehen, weil auf diese Weise der Klauskörper durch eine längere Zeit in einem guten und brauchbaren Zustande erhalten wird. Das Stopfen und Dichten der Fugen in der Wasserwand ist nach Bedarf zu ergänzen oder zu erneuern. Gestatten die Verhältnisse nicht eine vollständige Ueberdachung des Klauskörpers, so müssen doch mindestens die Hebevorrichtungen unter eine schützende Bedachung oder Verschalung gebracht werden, während die übrige Oberfläche des Klauskörpers sorgfältig abzupflastern wäre.

3. Die Krone eines steinernen Klauskörpers ist entweder mit gut zugerichteten Steinplatten abzupflastern oder mit einem Cementguß zu versichern. Desgleichen sind die Fugen von dem allenfalls einwachsenden Gesträuch oder stärkeren Unkräutern unausgesetzt frei zu halten. Das Verkitten der Fugen an der Wasserwand ist nach Erforderniß nachzufrischen oder zu erneuern. Gestatten es die Mittel, die Krone einer Steinklause zu überdachen, so wird das selbstverständlich für die Conservirung der Anlage von günstigem Einflusse sein, ist aber keinesfalls so nothwendig, wie bei einer Holzklause. Dagegen sind die aus Holz hergestellten Hebevorrichtungen, die Zug- oder Hebethore bei Steinklausen durch Ueberdachung vor den Witterungseinflüssen zu schützen.

4. Wenn durch die Abflußöffnungen, Zug- und Hebethore Holz hindurchgetriftet werden soll, so ist es zweckmäßig, wenn bei Erddamm-, Holz- und Steinklausen die vom Stoße des Triftholzes getroffenen Holzbestandtheile der Abflußöffnungen mit Blech beschlagen werden; desgleichen ist auch die gewöhnlich sehr schnell abgenützte Bedielung der Abfluß- oder Schußtennen rechtzeitig zu erneuern.

5. Die Klaushöfe sind nach jeder Trift zu räumen, um den ursprünglichen Fassungsraum nicht nur zu erhalten, sondern womöglich noch zu erweitern. Zu den Reinigungsarbeiten kann das durchfließende Wasser mitunter in vortheilhafter Weise verwendet werden.

§. 163. Sicherungsanlagen zum Schutze des Fußes eines Schwellwerkes.*

Es liegt auf der Hand, daß durch die erhöhte Kraft, mit der die geschwellten Wassermassen abfließen oder aus namhafter Höhe abstürzen, die Sohle des getroffenen Bachbettes in einem weit größeren Maße beschädigt, ausgestoßen und aufgewühlt werden muß, als dies der normal abfließende Wasserstrom thun würde.** Es ist somit in erster Linie zu befürchten, daß von dieser Seite dem Objecte Gefahren drohen, d. h. es kann

---

* Dergleichen Bauvorkehrungen sind überhaupt bei einem jeden Wasserbauwerke, wo der kolkende Einfluß der darüber fließenden oder abstürzenden Wassermassen zu fürchten ist, anzuwenden.

** Ueber die Kraftentwicklung schwerer Geschiebe oder des Holzes siehe „Centralblatt für das gesammte Forstwesen", 1883, Seite 305: „Einiges aus dem Wasserbau im Dienste der Forstwirthschaft," von K. Petraschek.

der Fuß und damit das Fundament des Bauwerkes selber durch die kolkende Gewalt des Wassers successive bloßgelegt werden, wodurch es einerseits schneller abgenützt wird, andererseits an dem erforderlichen Grade von Festigkeit Einbuße erleiden muß. Die Kolkungen können und werden bei ungünstiger Bodenbeschaffenheit Dimensionen annehmen, daß ein endlicher Einsturz des gesammten Bauwerkes die schließliche Folge sein wird. Um dieser nahen Möglichkeit auszuweichen, muß der Grund eines jeden Wasserbauobjectes, der vom abfließenden oder abstürzenden Wasser unmittelbar getroffen wird, den wir auch das Vorfeld nennen, durch geeignete Vorkehrungen, die sich nach Maßgabe des Objectes und der localen Bodenbeschaffenheit richten müssen, gegen jede Veränderung gesichert werden.

Die Bauten zum Schutze des Vorfeldes eines Wasserbauwerkes können

a) aus Faschinen,
b) aus Holz oder
c) aus Stein hergestellt werden und bezwecken entweder den unmittelbaren Schutz durch Bettungen oder eine andauernde Verlandung des Vorfeldes durch secundäre Vorbauten, oder man sucht die Standfestigkeit mancher Objecte dadurch zu sichern, daß den letzteren ein besonderer Querschnitt gegeben wird.

A. Bauten zum unmittelbaren Schutze des Vorfeldes.

1. Bettungen aus Faschinenmaterial.

Bettungen aus Faschinen oder eine sogenannte Faschinirung des Vorfeldes ist nur anwendbar:

a) bei untergeordneteren Anlagen, bei mäßiger Sturzhöhe des Wassers und dort, wo taugliches Faschinenmaterial in ausreichender Menge vorhanden ist;
b) in einem Bachrinnsale, das beständig Wasser führt, weil trockene Faschinen rasch zerstört und sodann vom Wasser mitgenommen werden;
c) dort, wo die Wässer kein zu grobes Geschiebe, wohl aber ab und zu schlammige Bestandtheile mit sich führen, welch' letztere dann die Faschinen überziehen, sie hermetisch gegen äußere Einflüsse schützen, wodurch die Gebrauchstüchtigkeit jener für eine lange Dauer erhalten werden kann.

Unter günstigen Verhältnissen sind Faschinaten oder Packwerke erfahrungsgemäß von großer Dauerhaftigkeit und verhältnißmäßig billig herzustellen. Die Faschinirung kann entweder durch das Ueberlegen des Vorfeldes mit losen oder gebundenen, d. i. Senkfaschinen erfolgen und sind hiefür frisch geschnittene 3—4 m lange, 4—5 cm am Ende starke Weidenruthen das beste und auch tauglichste Material, in Ermanglung derselben können auch Laubholz- oder selbst Nadelholzäste (Graß) benützt werden. Soll loses Faschinenmaterial Verwendung finden, dann werden auf dem angeebneten Grund des Vorfeldes abwechselnd Lagen von Faschinen und Deckmaterial (Kies, Sand, Schotter) aufgeführt. Zweckmäßig ist eine kreuzweise Lagerung der einzelnen Faschinenschichten, die zudem noch mit einer genügenden Anzahl von Würsten aus Faschinen und Haftpfählen zu festigen sind.

Die Senkfaschinen* werden auf das gleichfalls zugerichtete Vorfeld, und zwar senkrecht auf den Wasserlauf nebeneinandergelegt und am thalauswärts gekehrten Ende der Bettung durch Pflöcke, die man in Entfernungen von 1—1·5 m in den Boden einrammt, gegen

* Ueber die Anfertigung der 60—100 cm dicken Senkfaschinen siehe §. 188.

das Fortwälzen versichert. Bei größerer Breite des zu belegenden Grundes sind noch inzwischen ein bis zwei Pfahlreihen anzubringen. Sollte endlich eine Lage von Senkfaschinen nicht genügende Sicherheit gewähren, so sind zwei und selbst mehrere Lagen anzuwenden, von denen aber dann die unterste in den Grund, beziehungsweise unter das Niveau des Bachbettes zu versenken wäre.

2. Bettungen aus Holz.

Holzbettungen oder Dielungen werden entweder

a) aus Rundholzstücken in einfacher oder doppelter Lage,
b) aus Schwarten oder Bohlen, oder
c) aus bezimmertem Gehölz hergestellt.

Die Dielung selbst wird auf Schwell- oder Grundbäume mit Holz- oder Eisennägeln befestigt und diese Polsterhölzer in einem gröberen Geschiebe eingebettet. Dielungen aus Rundholz und selbst aus Schwarten sind nur bei geringer Sturzhöhe anwendbar, weil das durch die Fugen eintretende Wasser den Untergrund gefährden kann. Zweckmäßiger, weil sicherer, sind Dielungen aus Bohlen (Pfosten) oder bezimmerten Hölzern.

Holzdielungen sind anwendbar:

a) dort, wo Holz noch billig zu haben ist,
b) bei Schwellwerken von geringer Fallhöhe und
c) an Bächen, die nur mäßig großes Geschiebe führen.

3. Bettungen aus Stein.

Wenn ein Bach grobes Geschiebe führt oder das Object eine solche Höhe hat, daß die abstürzenden Wassermassen in Folge der namhaften Fallhöhe bedeutende Wirkungen ausüben können, muß anstatt der Faschinen- oder Holzbettung die unbestritten kostspieligere Steinbettung angewendet werden. Dieselbe kann aus losen Steinen, Steinwurf oder Steinschüttung oder aus einer regelrecht gelegten Pflasterung hergestellt werden. In beiden Fällen müssen thunlichst große, 0·8—1·0 m in jeder Richtung messende und 1000—2000 kg schwere Steine von möglichster Härte und Widerstandsfähigkeit verwendet werden. Nachdem bei den losen Steinschüttungen einzelne Steine in Folge der zwischen den Fugen eintretenden und den Untergrund auskolkenden Wassermassen nachsinken, so müssen jene fortgesetzt ergänzt werden, d. h. der Steinwurf ist stets in der erforderlichen Ausdehnung zu erhalten, wenn anders der gewünschte Zweck erreicht werden soll.

Zweckmäßiger ist eine Vorfeldpflasterung, die bei wichtigen Bauten selbst aus theilweise zugerichteten Steinen in einer Dicke von 0·8—1·0 m auf einer 20—40 cm hohen Unterbettung ausgeführt wird. Hat das zu schützende Vorfeld eine größere Ausdehnung, so wird die Pflasterung durch eingelegte Holzschwellen oder durch entsprechend tief ausgeführte Quer- oder Herdmauern in Felder getheilt. Das letztere ist kostspieliger, aber dauerhafter und auch sicherer als das Einfügen hölzerner Schwellen. Sind die letzteren Querbauten nicht nothwendig, so muß die Pflasterung thalwärts durch eine vorgelegte und auf Piloten befestigte Grundschwelle oder durch einen sorgfältig ausgeführten gewölbförmigen Steinring abgeschlossen werden. Bei manchen Bauten wird die Pflasterung auf einen liegenden oder stehenden Rost gestellt oder ein förmlicher Steinkastenbau aus Krainerwänden hergestellt; die Kästen werden dann mit Geschiebe ausgefüllt und an der Oberfläche abgepflastert.

B. Bauten, die eine Erhöhung des Vorfeldes bezwecken.*

Wenn unterhalb eines Wasserbauwerkes (Wehren, Thalsperren u. s. w.) ein zweites, niedrigeres Stauwerk errichtet wird und der Bach Geschiebe führt, so wird der Raum zwischen dem Hauptobjecte und dem Vorbaue verlanden. Eine solche Verlandung schützt das Vorfeld gegen Auskolkung, oder aber es kann eine solche eine bestimmte Grenze nicht überschreiten und daher auch das Hauptobject in keiner Weise gefährden. Derartige Steinwerke zum Schutze eines größeren Objectes können in verschiedenen Formen je nach deren nothwendiger Höhe aus der combinirten Anwendung von Faschinen- und Holz- oder Steinmaterial errichtet werden.

1. Piloten mit Stein- oder Faschinenvorlagen.

Werden Piloten oder Grundpfähle in einer Reihe, und zwar in Abständen von 30—40 cm parallel zum Hauptwerke und in der nothwendigen Entfernung geschlagen und vor denselben größere Steine oder Senkfaschinen gelagert, so erhält man ein Stauwerk, das unter günstigen Verhältnissen ganz gute Dienste leisten wird.

2. Piloten mit einfacher Spundwand.

In diesem Falle können die Piloten in weiteren Entfernungen — 0·8—1·0 m — eingerammt werden und sind mit einem Holm oder Querholze zu verbinden, wovon sodann bergwärts eine Spundwand** geschlagen wird.

3. Piloten mit doppelter Spundwand.

Diese dürften sich in dem Falle empfehlen, als ein höheres Mauerwerk zu schützen ist. Zu diesem Behufe werden zwei Pilotenreihen in einer lichten Weite von 2—3 m, wobei ein Pilotenabstand von 1—1·2 m angenommen wird, eingerammt, sodann mit Holmen verbunden, welche noch überdies mittelst Zangen und Querhölzern untereinander zu versteifen sind. An die Pilotenreihen kommen bergwärts Spundwände, während der innere Raum mit Geschiebe ausgeschwert und an der Oberfläche mit größeren Steinen abgepflastert wird.

4. Einfache Krainerwände.***

5. Doppelte Krainerwände**** (Steinkastenbau) mit Steinfüllung.

Der Steinkastenbau muß jedoch, um eine Unterspülung zu vermeiden, bergaufwärts mit einem „Stichbett", d. i. einer Dielung von Bohlen oder behauenen Balken verbunden werden, welche sich mit einer ein- oder eineinhalbfüßigen Böschung gegen das Wasser nach der Tiefe senken soll.

6. Steinmauern.

Steinmauern aus mächtigen Steinen, die auch theilweise zugerichtet, behauen oder in Mörtel gelegt werden können, kommen als Stauwerke wohl nur bei größeren Stein-

---

* Diese Art der Vorfeldversicherung wird häufig mit Erfolg bei hohen Thalsperren angewendet.
** Siehe §. 275.
*** §. 194.
**** §. 195.

bauten (Thalsperren) in Anwendung und werden wie das Hauptobject gewölbartig, mit dem Scheitel bergwärts gestellt, erbaut. Bei bedeutender Größe der Geschiebe wird dann auch der Raum zwischen dem Haupt- und Schutzobjecte unter einem mäßigen Gefälle abgepflastert. Der Fuß der Stauwerke wird in der bereits unter A angedeuteten Weise gegen die Angriffe des Wassers geschützt.

C. Schutzvorkehrungen, die durch einen besonderen Querschnitt des Hauptobjectes erzielt werden sollen.

Wir haben schon bei den unterschiedlichen Wehranlagen ein Wehr (Fig. 80) besprochen, das oberhalb mit einem convexen Bogen beginnt, der dann unterhalb in einen concaven Bogen übergeht, wodurch der Wasserlauf langsam in die natürliche Richtung überführt werden soll. Das Gleiche bezweckt man auch damit, daß den Stauwerken thalwärts eine möglichst große Böschung, 1: 4—5, gegeben wird. Wie aber die Erfahrung lehrt, erreicht man mit solchen Vorkehrungen niemals eine volle Sicherheit, trotzdem der Mehraufwand, den ein derartiger Querschnitt erheischt, ein ziemlich großer ist, so daß man immer besser thun wird, wenn man das Object mit den unter A und B besprochenen Vorkehrungen zu schützen sucht.

D. Schlußfolgerungen.

1. Jedes Wasserbauwerk muß nach Maßgabe der Bodenbeschaffenheit, seiner Wichtigkeit und Größe in entsprechender Weise durch Vorkehrungen gegen die kolkende Wirkung der darüber stürzenden und abfließenden Wassermassen versichert werden; eine weitgehende Sparsamkeit wäre in dieser Richtung ein technischer und nicht minder auch ein finanzieller Fehlgriff.

2. Bauten zum unmittelbaren Schutze des Vorfeldes empfehlen sich bei minder hohen Objecten und bei Wasserläufen, die nur ein mäßiges Geschiebe mit sich führen, während im anderen Falle Bauten, die eine Erhöhung des Vorfeldes bezwecken, am Platze sind.

3. Schutzvorkehrungen, die lediglich durch eine besondere Profilirung des Wasserbauwerkes erreicht werden sollen, sind unzweckmäßig, weil sie trotz des nothwendigen und nicht unbeträchtlich höheren Mehraufwandes nicht den erforderlichen Grad von Sicherheit gewähren.

§. 164. Der Effect einer Klause.

Der Effect oder die Wirkung einer Klause besteht im Allgemeinen in dem thatsächlichen Ergebnisse:

a) welche Wassermassen dieselbe zu fassen vermag,
b) in welcher Zeit die Füllung der Klause möglich ist,
c) wie lange der Abfluß des gesammelten Wassers andauert,
d) welche Massen per Secunde abfließen können,
e) ob die Abflußmassen regelbar sind, und
f) wie weit sich das Klauswasser in seiner Wirkung auf dem Triftbache bemerkbar macht.

Der Fassungsraum wird nach der bereits im §. 136 angedeuteten Weise berechnet und die Zeit, welche zur Füllung der Klause auf bestimmte Höhen erforderlich ist, durch Versuche ermittelt oder gleichfalls durch Rechnung gefunden, wenn die per Secunde zufließenden Wassermassen bekannt sein sollten, beziehungsweise erhoben wurden. Die Zeit

der Füllung wird selbstverständlich zwischen weiten Grenzen schwanken, indem dieselbe von den sehr veränderlichen Zuflußverhältnissen abhängt. Die per Secunde abfließende Wassermasse m_1 ist nach der Formel $m_1 = f \cdot Q\sqrt{2g \cdot h}$, wobei h mit Rücksicht auf jenen Genauigkeitsgrad, den die Praxis erheischt, der mittleren Druckhöhe, d. i. der Entfernung des mittleren Wasserspiegels vom Schwerpunkte der Ausflußöffnung gleichgesetzt werden kann, während Q den Querschnitt der Ausflußöffnung und f und g die bereits bekannten Größen bedeuten.

Ist weiters R der Fassungsraum des Klaushofes, m die per Secunde zufließende Wassermasse, t die Zeit, die zur Füllung, und t_1 jene, die zur Entleerung des Klaushofes nöthig ist, so ist

$$t = \frac{R}{m} \text{ und } t_1 = \frac{R}{m_1}.$$

Nur die Zug- und Hebethore gestatten eine Regelung des Wasserabflusses, weil man, wenn die Druckhöhen des gespannten Wassers im Klaushofe abnehmen, den Querschnitt der Abflußöffnung dementsprechend vergrößern kann. Wenn ein gleichmäßiger Abfluß erwünscht oder geboten sein soll, wenn derselbe ferner durch Hebethore erfolgt, so kann man für eine Reihe von unterschiedlichen Druckhöhen den erforderlichen Querschnitt der Ausflußöffnung berechnen und die Schütze dementsprechend stellen. Wäre beispielsweise m_1 die Abflußmasse per Secunde, Q der Querschnitt der Ausflußöffnung, f der Ausflußcoefficient, g die Acceleration der Schwere und h die Druckhöhe, so ist:

$$m_1 = f \cdot Q\sqrt{2g \cdot h} \text{ und } Q = \frac{m_1}{f\sqrt{2g \cdot h}};$$

nachdem der Querschnitt der Ausflußöffnung das Product der unveränderlichen Ausflußbreite b und der stellbaren Thorhöhe a ist, so ist

$$a = \frac{m_1}{b \cdot f\sqrt{2g \cdot h}}$$

Wir haben in der Tabelle XXXIII die erforderlichen Höhen der Abflußöffnung für die Druckhöhen von 1·5—9 m und für eine Schützenbreite von 0·6—2·0 m unter der Voraussetzung einer Abflußmasse von 1 m³ per Secunde berechnet.

Von großer Bedeutung für den Triftbetrieb bleibt die möglichst genaue Ermittlung jener Zeit, welche das Klauswasser mit Rücksicht auf die verschiedenen Durchflußprofile benöthigt, um an bestimmte Punkte des Triftbaches mit genügender Wirkung zu gelangen. Diese Erhebungen, und zwar am besten im Wege von Versuchen, haben einen hohen Werth für ausgedehnte Triftgebiete mit zahlreichen Stauwerken, wo dann ein Zusammengreifen der einzelnen Werke durch gegenseitige Verstärkung und Unterstützung zur Förderung und Beschleunigung der Trift nach dem Hauptbache wesentlich beitragen kann.

§. 165. Arbeitsaufwand bei dem Baue von Klausen und bei Herstellung einzelner Bestandtheile.*

1. Das Herstellen der Krainerwand, beziehungsweise das Bezimmern der Balken, das Abbinden und Befestigen derselben, sowie das Dichten der Fugen mit Moos und Holzspänen erfordert per m³

* Der Arbeitsaufwand für die verschiedenen Fundirungsarbeiten wird in dem Capitel über den Grundbau ausgewiesen; dagegen können für Erdbewegung, Felsensprengung u. dgl. dieselben Ansätze wie beim Waldwegebau benützt werden.

bei einer Balkenstärke von 32/37 cm aus rundem Holze, wenn

dasselbe erst bezimmert werden muß	1·80 Tagschichten
aus behauenem Holz	1·60 „
„ geschnittenem „	0·95 Tagschicht

bei einer Balkenstärke von 35/40 cm

aus rundem Holz	2·00 Tagschichten
„ behauenem „	1·67 „
„ geschnittenem „	1·00 Tagschicht

Das Holzerforderniß beträgt für 32/37 cm starke Balken 3·0 m 49 cm starkes Rundholz oder 0·59 fm³; für 35/40 cm starke Balken 2·9 m 54 cm starkes Rundholz oder 0·68 fm³.

2. Die Herstellung der Rückwand aus 40/42 cm starken, zweiseitig bezimmerten Balken erfordert per m³ . . . . . 1·00 Tagschicht
und 2·5 m 58 cm starkes Rundholz oder 0·66 fm³.

3. Die Herstellung eines m³ Mittelwand, beziehungsweise Schrottwand aus 26—42 cm starken Balken einschließlich der Festigung derselben mittelst hölzerner Nägel erfordert . . . . . 0·50 Tagschicht
und 4—2·5 m 26—42 cm starkes Rundholz oder 0·21—0·35 fm³ rohes Holz.

4. Die Herstellung einer Quer- oder Inschloßwand aus 15—24 cm, im Mittel 20 cm starken runden Balken erfordert per m³ . . . . . 0·30 Tagschicht
und 5 m 20 cm starkes Rundholz oder 0·16 fm³ rohes Holz.

5. Die Herstellung eines m³ Schwerbodens aus 10—15 cm starken Stangen erfordert . . . . . 0·05 Tagschicht
und 8 m 12 cm starke Stangenabschnitte oder 0·09 fm³ rohes Holz.

6. Das wasserdichte Verstopfen der Fugen einer Wasserwand mit Moos und Holzspänen (Zaine), dann die Beistellung der Klausklammern erfordert per m 0·15 Tagschicht

7. Das Füllen der Kästen mit Steinen oder Geschiebe schwankt je nach der mehr oder minder erschwerten Beibringung und erfordert per m³ . . 0·35—0·40 Tagschicht

8. Im großen Durchschnitte kann bei einem Wasserfange oder einer kleinen Klause aus Schrottwänden mit Steinfüllung, wenn die Breite zwischen 4—6 m, die Länge zwischen 20—30 m liegt, der Aufwand ohne Grundbau, d. h. wenn der Körper in ein felsiges Profil gestellt werden kann, mit . . . . . 1·30—1·60 Tagschichten per m³ veranschlagt werden, während das Erforderniß an Holz per m³ mit 0·15—0·25 fm³ zu bemessen ist.

9. Die Abtragung eines alten, unbrauchbar gewordenen Klauskörpers zum Zwecke eines Neubaues erfordert per m³ . . . . . 0·40—0·50 Tagschicht

10. Die Herstellung der Durchlässe und Schußtennen aus 15—16 cm dicken, dreiseitig behauenen Schrottwänden erfordert einschließlich der Eindippelnng und Festigung der Hölzer mittelst hölzerner oder eiserner Nägel per m³

aus rundem Gehölz	0·60 Tagschicht
aus vierkantig behauenem oder bereits geschnittenem . .	0·40 „

Der Materialaufwand kann mit 7 m 16 cm starkem Gehölz oder 0·14 fm³ veranschlagt werden.

11. Die Verdippelung und Befestigung der Schußtennhölzer mittelst Holznägel erfordert per m³ . . . . . 0·12 Tagschicht

12. Das Bezimmern der unterschiedlichen Hölzer bei einer Holzklause, beziehungsweise der hiefür erforderliche Arbeitsaufwand ist nach Tabelle XXII zu veranschlagen.

13. Die Pflasterverschalung bei Wehren, Durchflußcanälen u. s. w. erfordert einen Arbeitsaufwand

bei Verwendung 8 cm dicker Pfosten von . . . . . 0·30 Tagschicht
„ „ 11 cm „ „ „ . . . . . 0·35 „

einschließlich des Eindippelns und Festigens der Hölzer mit hölzernen oder eisernen Nägeln.

14. Ein m² rauher, gefügter Pfostenboden aus Fichtenholz erfordert 0·28 Zimmermannsschicht

10% für Aufsicht und Requisiten, 0·83 Stück Pfosten, 4·7 m lang, 25—30 cm breit und 50 mm dick, 10 Drahtstifte.

15. Ein m² rauhe, gefalzte Bretterverschalung erfordert 0·16 „

10% für Aufsicht und Requisiten, 1 Stück 4·7 m langes, 25—30 cm breites und 25 mm dickes Brett, 12 Drahtstifte.

16. Ein m² 25 mm dicke, rauhe, gefügte Bretterverschalung mit Vorleisten aus 4 cm breiten und 1·5 cm dicken, rauhen Latten . . . . . 0·17 Zimmermannsschicht

10% für Aufsicht und Requisiten, 0·83 Stück Bretter, 4·7 m lang, 25—30 cm breit, 0·5 Stück Latten, 4·7 m lang, 4 cm breit und 3 cm dick, 26 Drahtstifte.

17. Ein m² Dacheindeckung bei Ueberdachung eines Klauskörpers erfordert an Arbeit und Material . . . . . 0·10 Zimmermannsschicht
0·05 Handlangertagschicht

30 Stück Schindeln, 0·56 m Abschwerlatten.

18. Ein m² Vorgrund- oder Vorfeldpflasterung zur Sicherung des Bachgerinnes gegen Auskolkung am Fuße eines Schwellwerkes erfordert 1·00 Tagschicht und 0·7—0·8 m³ ausgesuchte Bruchsteine.

19. Ein m² Steinpflaster an der Kronenoberfläche des Klauskörpers in Sandbettung aus Bruchsteinen hergestellt erfordert

unter günstigen Verhältnissen . . . . . 0·20 Tagschicht
„ ungünstigen „ . . . . . 0·40 „

20. Ein m² unebener Felsgrund behufs Erbauung einer Klause abgeebnet und abgewölft erfordert . . . . . 0·37 Steinarbeitertagschicht
0·37 Handlangertagschicht

21. Die Beistellung eines m³ Lehm oder Tegel aus einer verglichenen Entfernung von 20 m, dann dessen Auftragung in circa 15 cm hohen Schichten einschließlich des Feststampfens erfordert, wenn der Tegel entsprechend feucht ist, 0·80 Tagschicht
wenn er dagegen erst angefeuchtet werden muß . . . . . 1·20 Tagschichten

22. Das Auftragen und Feststampfen eines m³ Lehm oder Tegel in Schichten von 5—10 cm erfordert

bei nassem Lehm . . . . . 1·40 Tagschichten
„ trockenem „ . . . . . 1·80 „

23. Die Herstellung eines m² Mauerwerkes aus Hausteinen erfordert:

a) für das Brechen und rohe Zurichten der Quadern
   α) aus weichem Sandstein, Mergel u. s. w. in Stücken
      bis 0·3 m³ . . . . . 3·50 Tagschichten
      von 0·3—0·6 m³ . . . . . 4·20 „
   β) aus härterem Gestein
      in Stücken bis 0·3 m³ . . . . . 4·50 „
      „ „ von 0·3—0·6 m³ . . . . . 5·00 „
   γ) aus sehr hartem Gestein
      in Stücken bis 0·3 m³ . . . . . 5·50 „
      „ „ von 0·3—0·6 m³ . . . . . 6·50 „

b) die sorgfältige Zurichtung der Stoß- und Lagerfugen erfordert
   bei weichem Gestein . . . . . 3·00 Steinmetztagschichten
   „ hartem „ . . . . . 5·00 „
   „ sehr hartem „ . . . . . 7·00 „
   Material 0·13 m³ Mörtel zum Vermauern und
   0·02 m³ Cementmörtel zum Verstreichen der Fugen;

c) die Vermauerung der Quadern einschließlich der Beischaffung auf eine verglichene Entfernung von 20 m und der Verstreichung der Fugen erfordert
   α) bei Verwendung von Quadersteinen bis 0·3 m³ . . 1·20 Steinmetz- und Maurertagschichten
      1·80 Handlangertagschichten
   β) „ „ „ Steinen zwischen 0·3—0·6 m³ 1·40 Steinmetz- und Maurertagschichten
      2·40 Handlangertagschichten

24. Die Erzeugung von Quadern aus Findlingsteinen erfordert per m³
3·00—5·00 Steinmetztagschichten

25. Das Aushauen eines kreisrunden Canals von 28 mm Durchmesser parallel zu den Lagerfugen behufs einer wasserdichten Herstellung der Wasserwand erfordert per Längenmeter . . . . . 0·50—0·65 Steinmetztagschicht

26. Ein m³ geschichtetes Bruchsteinmauerwerk erfordert
0·57—0·65 Maurertagschicht
0·60—1·00 Handlanger- u. Mörtelmachertagschicht
1·25 m³ Stein und 0·2 m³ Mörtel.

Das Brechen von einem m³ Bruchstein erfordert 0·60—1·20 Steinbrechertagschicht und das Zubereiten von einem m³ Mörtel . . . . 0·50—0·70 Handlangertagschicht.

III. Capitel: Triftbachbauten.

§. 166. Zweck, Wesen und Eintheilung der Triftbachbauten.

Der Schutz der Ufergelände durch zweckmäßig ausgeführte Sicherungsbauten spielt bei allen Triftbächen eine mehr oder minder hervorragende Rolle, und wird es wenig Triftstraßen geben, an denen keine Bauten zum Schutze der seitlichen Hänge oder der Bachsohle nothwendig werden sollten. Ja es sind die Fälle nicht selten, daß ein Bach,

dessen Durchflußprofil dem Triftbetriebe große Schwierigkeiten entgegenstellt oder diesen geradezu ausschließt, erst durch umfangreiche Einbauten dem Holztransporte dienstbar gemacht werden kann. Die Herstellung solcher Bauten, mögen sie dem Schutze der Uferwände oder der Förderung des Triftbetriebes dienen, erfordern stets einen namhaften Aufwand an Material und Arbeit; es ist daher nicht gleichgiltig, ob solche Objecte auf der geeigneten Stelle, in den technisch richtigen Dimensionen und mit dem erforderlichen Grad von Standfestigkeit erbaut worden sind. Neben der technisch richtigen Ausführung solcher Bauten fällt auch der weiteren Erhaltung dieser Werke eine hervorragende Bedeutung zu, zumal dort, wo mit dem Bestande solcher Schutzbauten die Möglichkeit des Triftbetriebes im innigen Zusammenhange steht.

Betrachten wir den Zweck dieser Triftbauten, so verfolgen diese als Schutzbauten im Allgemeinen zweierlei Ziele, indem entweder damit die Geschiebebildung, welche Uferangriffen ihre Entstehung verdankt, vermindert wird, wobei gleichzeitig die an den Triftbach angrenzenden Gründe vor weiterer Zerstörung bewahrt werden, oder aber indem damit die Ablagerung der Geschiebe, die lediglich auf die Verwitterung der Gesteinsmassen im Sammel- und Durchflußgebiete zurückzuführen ist, beseitigt wird, d. h. es soll die Bildung von Sand- und Schotterbänken durch Erhöhung der geschiebeführenden Kraft eines Triftbaches entweder gänzlich oder doch zum großen Theile unmöglich gemacht werden.

Dadurch wird:

1. eine Verminderung der Triftschäden durch Vermeidung seitlicher Uferangriffe, die sich mitunter weit in die angrenzenden Gelände erstrecken können, erreicht;
2. eine Veränderung in der Profilbeschaffenheit durch allfällige Vertiefung der Triftbachsohle vermieden;
3. die Bildung von Geschiebeablagerungen und die dadurch hervorgerufene Entstehung von bedeutenden Strandhölzern beseitigt, hiedurch der Triftbetrieb selber gefördert und beschleunigt;
4. eine zweckmäßige Ausnützung der verfügbaren Triftwässer ermöglicht, wodurch wieder der Bau von Stauwerken entbehrlich werden kann;
5. das Triftholz in einem minderen Grade beschädigt; endlich
6. werden die Erhaltungskosten der Schwellwerke und Fanggebäude vermindert, weil durch zweckdienliche Einbauten die Klaus- und Rechenhöfe in keinem so bedeutenden Grade verschottert werden können.

Dieses Streben, das Ufer und die Bachsohle zu schützen, die Bildung von Geschieben auf das unvermeidlich geringste Maß einzuschränken und die Entstehung von Ablagerungen innerhalb des Bachbettes unmöglich zu machen, kann sowohl durch Längs-, als auch durch Querbauten erreicht werden. Mit Rücksicht auf die Stellung der einzelnen Bauobjecte unterscheiden wir daher im Großen und Ganzen drei hervorragende Typen, und zwar:

a) Längsbauten (Parallelwerke), die parallel zum Stromstriche gestellt werden;

b) Bauten (Sporne oder Buhnen), die senkrecht oder unter einem spitzen Winkel gegen den Stromstrich, von einem Ufer ausgehend, jedoch nicht an das gegenüberliegende reichend, geführt werden, endlich

c) Querbauten (Thalsperren), d. i. Einbauten, die gewöhnlich senkrecht auf den Stromstrich zu stehen kommen und von einem Ufer zum anderen reichen.

Mit den vorbezeichneten Schutzbauten wird aber noch immer nicht der volle Zweck, die Triftbäche für den Holztransport möglichst günstig zu gestalten, erreicht und müssen vorkommende wunde Stellen, Wildbäche, Lawinengänge, die alle mehr oder weniger dem Triftbache Geschiebe zuführen, verbaut werden; endlich sind auch noch Bachreinigungen stellenweise zweckmäßig und förderlich für das angestrebte Ziel. Wir werden daher alle

Vorkehrungen, mit Hilfe deren Verbesserungen an den Triftstraßen erreicht werden können, noch weiters in nachstehende Hauptgruppen untertheilen müssen:

A. Uferschutzbauten,
B. Wildbachverbauungen,
C. Lawinenverbauungen,
D. Verbauungen von Terrainbrüchen und
E. in Arbeiten zur allgemeinen Verbesserung der Triftbäche.

A. Uferschutzbauten.

§. 167. Die Parallelwerke.

Strenge genommen sind die Spornbauten nur Uebergangsbauten zu den Parallelwerken, denn sie verfolgen im Großen und Ganzen denselben Zweck wie die letzteren. Parallelwerke sind verschieden geformte Erdwerke (Dämme), Faschinen-, Holz- oder Steinbauten und werden entweder zum Schutze einer bedrohten Uferstrecke errichtet oder es wird durch sie der Bach in ein genau begrenztes Profil eingeschlossen, um einerseits dessen Lauf zu regeln und andererseits seine geschiebeführende Kraft zu heben. Parallelwerke sind namentlich an jenen Triftbachstellen unbedingt nothwendig, wo in Folge des Bachbettverlaufes das Ufer unmittelbar vom Stromstriche getroffen wird und eine Ablenkung dieser Art Querströmung aus anderweitigen Gründen unthunlich sein sollte. Mit den Parallelwerken wird somit ein directer Uferschutz oder eine bestimmte Profilirung des Bachbettes und damit die Verminderung von Geschiebeablagerungen erzielt; dagegen vermögen diese Anlagen eine allfällige Veränderung der Bachsohle nicht hintanzuhalten. Mittelst der Parallelbauten wird das Ufergelände befestigt und gegen Angriffe des Wassers gesichert. Dadurch werden gleichzeitig die aus Uferangriffen herrührenden Geschiebebildungen behoben und die für den Triftbetrieb so nachtheiligen Bachbettverbreiterungen beseitigt.

Wenn mit Spornbauten die Correction eines Bachlaufes in der Weise erreicht werden soll, daß sich derselbe in Zukunft in einem bestimmt ausgesprochenen Profil fortbewege, dann müssen je zwei Spornbauten einander so gegenübergestellt werden, daß das Ende des Sporns, und zwar in der Richtung des Bachbettes, beziehungsweise der sogenannte Kopf des Sporns auf die normale Uferlinie zu stehen kommt. Die Entfernung je zwei einander gegenüberstehender Spornköpfe ist dann die künftige normale Profilbreite. Die Sporne sind Erddämme mit Steinverkleidungen oder dammartig geformte Bauten aus Faschinen-, Holz- oder Steinmateriale.

§. 168. Querbauten.

Mit den Querbauten wird erzielt:

a) eine entsprechende Festigung der Bachbettsohle, und da Terrain- und Uferbrüche sehr häufig auf eingetretene Veränderungen der Bachbettsohle zurückzuführen sind, werden mit den Querbauten auch Uferangriffe behoben oder die Entstehungsursache zu solchen Terrainbewegungen beseitigt;
b) gestatten die Querbauten, wenn sie in genügender Anzahl hergestellt werden, eine entsprechende Verbesserung der Bachbettsohle, eine Ausfüllung ausgekolkter Stellen

und die Verlandung oder Ausgleichung bedeutender Unebenheiten in Folge eingerollter Felsblöcke im Bachbette;

c) kann mit den Querbauten in jenem Falle, wo das Gefälle eines Triftbaches zu groß und in Folge dessen das Triftwasser zu reißend sein sollte, eine entsprechende Gefällsverminderung und Ausgleichung erreicht werden;

d) mit Querbauten, deren Oberfläche ein schalenförmiges Profil erhält, wird der Stromstrich nach der Mitte des Bachbettes geleitet und in dieser Richtung erhalten;

e) Querbauten sind das wesentlichste Mittel, um einen Triftbach von der lästigen Geschiebeführung zu befreien.

Die Querbauten sind gleichfalls dammartige Bauten aus Faschinen, Holz oder Stein, die aber in das beiderseitige Ufergelände fest eingebunden werden.

§. 169. Folgen abnormer Flußbreiten und Flußtiefen.

Es liegt auf der Hand, daß mit der Einschränkung der Breite eines Baches die Wassertiefe und Wassergeschwindigkeit zunehmen muß. Mit der zunehmenden Wassergeschwindigkeit und dem gleichzeitig concentrirten Wasserlauf wird aber die Kraft des Wassers erhöht und die nachtheilige Wirkung desselben auf den benetzten Umfang gefördert, d. h. die Bachbettsohle und deren seitliche Einfassungen werden in einem größeren Maßstabe angegriffen. Die gesteigerte Kraft des Wassers und die größere Wassertiefe erheischen somit stärkere Correctionsbauten, erhöhen daher den Aufwand für Uferbauten und das Erforderniß für deren Erhaltung in einem mehr oder minder umfangreichen Grade. Widersteht das Bachbett der Vertiefung, so werden die niederen Uferpartien bei einem jeden Hochwasser überflutet; der Bach sucht sich dann außerhalb seines natürlichen Bettes eine neue Abflußrinne, wodurch die Schäden der Ueberschwemmungen wesentlich gesteigert werden.

Wird dagegen die Breite des Triftbaches im Vergleiche zur abfließenden Wassermasse unverhältnißmäßig groß, so sinkt die Wassertiefe, während der benetzte Umfang an Größe zunimmt; hiedurch vermindert sich aber die Geschwindigkeit und damit die geschiebeführende Kraft des Wassers. Das Wasser hat in einem derart erweiterten Durchflußprofile nicht mehr die Kraft, das treibende Materiale — die Bachgeschiebe — fortzubewegen; letzteres bleibt daher liegen und bildet die der Trift so nachtheiligen Geschiebeablagerungen, Sand- und Schotterbänke. Jede Ablagerung aber im unmittelbaren Gebiete eines Wasserlaufes muß Ablenkungen des Stromstriches von seiner normalen Richtung — parallel zu den Ufergeländen —, sowie einseitige Vertiefungen, Unterwaschungen der Ufer und allfälliger Uferſicherungsbauten nach sich ziehen.

Die Bachläufe sind fortwährendem Wechsel und Veränderungen unterworfen und tritt streng genommen niemals ein absoluter Beharrungszustand ein; denn abgesehen von der stetigen Aenderung der Wasserstände, der Uferhöhen und des benetzten Umfange werden dem Bachbette bei jedem stärkeren Regenguſſe Geschiebe der verschiedensten Form und Größe zugeführt. Damit wird aber auch die Kraft des fließenden Wassers stet verändert, beziehungsweise eine ungleiche Ablagerung der Geschiebe und eine wechseln Beschaffenheit der Bachbettsohle hervorgerufen.

§. 170. Zweck und Nothwendigkeit eines Correctionsplanes.

Sind an einem Triftbache Schutzbauten in einem größeren Umfange auszuführen oder soll für eine Theilstrecke desselben ein neues Profil geschaffen werden, so würde ein großer Fehler begangen, wenn derartige Sicherungsobjecte nur von Fall zu Fall, also nur nach Maßgabe des momentanen Bedürfnisses ausgeführt würden, d. h. wenn derlei einzelne Schutz- und Regulirungsbauten nicht strenge in dem Rahmen eines im Vorhinein festgestellten Planes gebaut werden. Damit soll aber nicht etwa gesagt sein, daß die an einem Triftbache geplanten Corrections- oder Schutzbauten auch sofort ausgeführt werden sollen; wohl aber müssen alle als nothwendig erkannten Objecte mit Rücksicht auf ihre künftige Stellung, ihre Form, Beschaffenheit, Dimension und Einflußnahme, insbesondere in Rücksicht auf ihr gegenseitiges Zusammenwirken in dem zu verfassenden Plane festgestellt sein, so zwar, daß dieser Plan oder Correctionsentwurf fortab für die successive Ausführung der einzelnen Werke als feste und unverrückbare Basis zu gelten hat. Wie dringend, ja geradezu unerläßlich die Aufstellung eines allgemeinen Correctionsplanes ist, zeigt ein jeder Triftbach, der planlos verbaut wurde. Wie oft wird nicht zum momentanen Schutz einer angegriffenen Uferpartie der Stromstrich beispielsweise durch einen eingebauten Sporn auf das jenseitige Ufer geleitet, um dort einen bereits bestehenden Schutzbau zu gefährden oder zu zerstören, weil bei dessen Aufführung auf die neue Stromrichtung nicht Bedacht genommen wurde.

Wie oft findet man nicht einen Triftbach zwischen Parallelwerken eingeschlossen, wo die Profilweite den örtlichen Verhältnissen nicht entspricht oder in einer Weise wechselt, daß in jener Strecke, wo das Profil zu enge ist, die Bachsohle in bedenklichem Umfange vertieft wird, während die aus dieser Strecke fortgerissenen Schuttmassen in der nächsten viel zu breit angelegten Profilstrecke zur Ablagerung kommen. Die Bildung von Schotterbänken in einem verbauten und profilirten Bache ist somit das Zeichen, daß der Correction keine auf Berechnung basirte Grundlage gegeben wurde, d. h. daß der Bauausführung keine Berechnung der erforderlichen und zweckmäßigen Profilbreite vorangegangen ist.

Die planlose Verbauung eines Triftbaches hat auch noch den weiteren und schwerwiegenden Nachtheil, daß man bei Ausführung eines Objectes nicht in der Lage ist, schon im Vorhinein die Wirkung desselben auch nur mit annähernder Sicherheit zu bestimmen; es muß vielmehr der Erfolg erst abgewartet werden, der dann häufig zu der kostspieligen Erfahrung führt, daß der Bau den nothwendigen Anforderungen und den auf ihn gesetzten Hoffnungen nicht entspricht. Wie oft müssen nicht derlei Bauten vom Grund aus erneuert und verändert werden. Ja manche Uferschutzbauten tragen schon bei ihrer Ausführung den Keim der baldigen Vernichtung in sich, und es dient dann dem Erbauer als zureichender Trost, die Zerstörung der planlos ausgeführten Bauten irgend einem Hochwasser zur Last legen zu können, während in Wahrheit die unrichtig gestellten Werke sich gegenseitig den so frühen Untergang bereitet haben. Durch eine planlose Verbauung wird dem Triftbetrieb stets ein bedeutender und zweckloser Kostenaufwand auferlastet, während der Erfolg der einzelnen Objecte durch die zumeist kostenlose Aufstellung eines wohldurchdachten und auf Erhebungen und Berechnungen basirten Correctionsplanes schon im Vorhinein bestimmt und gesichert werden kann.

Soll ein Correctionsplan für einen Triftbach aufgestellt werden, so ist zunächst zu heben, welche Aenderungen in der horizontalen Projection, d. i. an der gegenwärtigen

Situation und dem bestehenden Längen- und Querprofil des Baches nothwendig sind, wenn das vorgesteckte Ziel der geplanten Triftbachcorrection erreicht werden soll. Im Allgemeinen wird der aufzustellende Plan einer Bachregulirung in den Bereich seiner Erwägung und Beachtung zu ziehen haben:

a) die Beschaffenheit der Situation,
b) die gegebenen Gefällsverhältnisse,
c) die gegenwärtige Weite und Tiefe des Bachbettes,
d) den durchschnittlichen und höchsten Wasserstand,
e) die Geschiebeführung bei Hochwasser und bei mittleren Abflußverhältnissen, und endlich
f) die durchschnittliche oder mittlere Abflußgeschwindigkeit.

Handelt es sich beispielsweise nur darum, die einem Bache zugeführten Geschiebe möglichst rasch weiter zu führen, die Ablagerungen zu vermeiden, so müssen die auszuführenden Bauten in erster Linie auf die Hebung der Schiebekraft des Wassers hinzielen, und muß das Gefälle des Baches erhöht oder die Geschwindigkeit und damit die Gewalt des Wassers durch eine entsprechende Verengerung des Querprofils angestrebt werden.

Eine Vermehrung des Gefälles kann erreicht werden:

a) wenn jene Stellen im Bachbette, welche Stauungen und Geschiebeablagerungen veranlassen oder hervorrufen, selbstverständlich unter der Voraussetzung, daß es die örtliche Lage und Bodenbeschaffenheit gestattet, vertieft oder ausgeräumt werden;
b) durch Hebung des Bachbettes, wenn ein stärkeres Gefälle thalaufwärts, d. h. oberhalb jener Strecke vorhanden sein sollte, wo eine Gefällserhöhung nothwendig ist;
c) durch Kürzung, d. i. Geradelegung des Bachbettlaufes mittelst Durchstiche, Abbaue u. dgl.

Bei planmäßiger Feststellung des künftigen Laufes eines zu regelnden Baches werden wohl zunächst die verfügbaren Mittel und der eigentliche Zweck der Correction maßgebend sein, der letztere deshalb, weil bei einem wichtigen Triftbach eine sorgfältigere Durchführung und der damit verbundene größere Aufwand mehr gerechtfertigt erscheinen wird. Es liegt auf der Hand, daß eine Bachregulirung einen verhältnißmäßig geringen Aufwand erheischen wird, wenn sich das neu zu schaffende Bachbett an die Linien des alten Wasserlaufes möglichst anschließen kann. Neben den finanziellen Rücksichten im Allgemeinen muß auch den localen Bodenverhältnissen und der Gestaltung und Beschaffenheit des Untergrundes bei Bestimmung der künftigen Bachlinie speciell Rechnung getragen werden. Die Geradelegungen eines Bachbettes erfordern stets mehr oder minder umfangreiche Durchstiche und dementsprechend einen namhaften Kostenaufwand. Sie erfordern aber auch eine gründliche Kenntniß der localen Bodenverhältnisse, wenn ein Erfolg mit dem zulässig geringsten Kostenaufwande erzielt werden soll.

Was das Längenprofil anbelangt, so werden in den meisten Fällen Querbauten zur Festigung der Bachsohle und der seitlichen Parallelwerke hinreichen; dagegen liegt der Schwerpunkt einer zweckmäßigen Bachregulirung, namentlich unter Umständen, wo es sich darum handelt, ein Bachbett zum Schutze der seitlichen Hänge in Parallelwerke einzuschließen, in der richtigen Berechnung des zu schaffenden Durchfluß- oder Querprofils. Um das letztere einigermaßen mit Sicherheit bestimmen zu können, muß die Wasserabflußmasse unter den verschiedenen Wasserstandsverhältnissen ziffermäßig bekannt sein.

§. 171. Messung der abfließenden Wassermenge in einem Triftbache.

Wir wiederholen, daß mit der richtigen und entsprechenden Bestimmung des künftigen Querprofils der Gesammterfolg der Regulirungsbauten, und zwar sowohl der technische, als auch der finanzielle in innigem Zusammenhange steht. Ein enges Profil

vermag entweder die Massen eines Hochwassers nicht zu fassen oder vermehrt die Schiebekraft des Wassers in einem so hohen Grade, daß dadurch eine fortgesetzte Tieferlegung des Bachbettes und damit eine Gefährdung der seitlichen Parallelwerke zu befürchten steht, während wieder in einem zu weiten Profile Geschiebeablagerungen stattfinden müssen, wodurch gerade das herbeigeführt wird, was wir durch eine Correction beseitigen wollen. Die Bestimmung der Dimensionen eines Querprofils muß selbstverständlich die Durchflußmassen des höchsten Wasserstandes zum Ausgangspunkte haben.

Die letzteren lassen sich aus dem Wasserquerschnitte und der mittleren Abflußgeschwindigkeit berechnen; ersterer ist ein Product aus der mittleren Wasserbreite und Wasserhöhe. Nicht immer wird es jedoch möglich sein, den Querschnitt der Durchflußmassen mit der erforderlichen Schärfe zu ermitteln, es wäre denn, daß an der geeigneten Profilstelle Pegelmessungen zur Verfügung stehen. Ist daher der höchste Wasserstand unbekannt oder es sind die verfügbaren Angaben nicht verläßlich, so muß zur Berechnung der Durchflußmassen aus bekannten Niederschlagsmessungen gegriffen werden. Wenn b die mittlere Bachbettbreite, t die Wassertiefe und v die mittlere Abflußgeschwindigkeit per Secunde bedeutet, so ist die Abflußmasse per Secunde $M = b \cdot t \cdot v$.

Die mittlere Abflußgeschwindigkeit des Wassers wird entweder aus dem Bachbettgefälle und dem Wasserquerschnitte oder mit Zuhilfenahme der gemessenen Geschwindigkeit an der Wasseroberfläche berechnet.

§. 172. Berechnung der mittleren Abflußgeschwindigkeit mit Hilfe des Wasserquerschnittes und des Gefälles.

Zur Berechnung der mittleren Abflußgeschwindigkeit bedient man sich der gewöhnlichen Geschwindigkeitsformel, die jedoch noch mit einem Coefficienten multiplicirt werden muß; denn die Erfahrung lehrt, daß sich bei steigendem Gefälle in einem steinigen und geschiebeführenden Bache unterhalb einzelner festgelegter Steine und eingerollter Felsstücke oder hinter festgelagerten Geschiebemassen bald größere, bald kleinere Abstürze bilden, die im Vereine mit dem in Bewegung befindlichen Geschiebe einen Theil der Stoßkraft des Wassers fortwährend aufheben. Bekanntlich fließt ein mit Sand und Schlamm gesättigtes Wasser weit träger als reines Bachwasser. In den zahlreichen Hindernissen, die ein fließendes Wasser in einem Bache überwinden muß, liegt der Grund dafür, daß die Geschwindigkeit eines Baches niemals derjenigen gleichkommt, welche ein freifallender Körper in der ersten Secunde erreicht.

Ueberhaupt nimmt die Wassergeschwindigkeit unter sonst gleichen Verhältnissen schon wegen der Reibung der einzelnen Wasseratome unter sich mit dem steigenden Gefälle nicht in gleichem Maße zu. Diese Differenz soll nun dadurch ausgeglichen werden, daß die sonst gleichbleibende Geschwindigkeitsformel mit einem auf Messungsergebnissen beruhenden Coefficienten versehen wird.

Für die Berechnung der Abflußgeschwindigkeit haben wir zahlreiche Formeln; aber trotz der eingehendsten und mühsamsten Versuche gelehrter und erfahrener Hydrotechniker ist es noch nicht gelungen, die Theorie, beziehungsweise das Gesetz der Geschwindigkeit des Wasserabflusses in den Gebirgsbächen durch eine mathematische Formel für alle vorkommenden Fälle richtig und praktisch auszudrücken.

Von den bekanntesten Formeln sollen hier in Kürze Erwähnung finden:

a) die Formel von Eytelwein,

b) die von Weißbach und de Prony,

c) die von **Gauckler**,
d) die von **Humphreys und Abbot**,
e) die von **Darcy und Bazin**.

§. 173. Die Formel von Eytelwein.

Eytelwein empfiehlt für die Berechnung der Abflußgeschwindigkeit die Formel $v = f\sqrt{\frac{a}{p} . h}$ oder $f = \sqrt{\frac{v^2}{r . h}}$ in welcher v die mittlere Wassergeschwindigkeit, a den Wasserquerschnitt, p den von dem Wasser benetzten Umfang des Querprofils, h das Gefälle einer meterlangen Bachstrecke, f den Erfahrungscoefficienten und $\frac{a}{p}$ den sogenannten mittleren Radius r, d. i. den Quotienten aus der Fläche des Wasserprofils durch den benetzten Umfang, bedeutet.

In dieser Formel wird die Anwendung eines gleichen Coefficienten* für alle möglichen Fälle vorgeschrieben. So benützte Eytelwein beispielsweise den auf rheinländisches Fußmaß berechneten Coefficienten 90·9, Wolltmann 92·3 und Brahms 97·6. Dieser Umstand, beziehungsweise die Benützung eines gleichen Coefficienten ohne Berücksichtigung der jeweiligen Verhältnisse des betreffenden Bachgerinnes ist Ursache, daß diese Formel den an sie gestellten Anforderungen nicht entsprechen kann, weil, wie spätere Untersuchungen und Berechnungen gezeigt haben, dieser Coefficient kein constanter, sondern ein veränderlicher Werth ist. Die Anwendung der Eytelwein'schen Formel gestattet somit keine genaue und verläßliche Ermittlung der Abflußgeschwindigkeit. Wenn es sich um untergeordnete Profilsermittlungen handelt, wo auf eine besondere Genauigkeit kein Gewicht gelegt wird, so kann die Eytelwein'sche Formel ihrer Einfachheit wegen immerhin Anwendung finden.

§. 174. Die Formel von de Prony.

In dem im Jahre 1814 erschienenen „Recherches physico-mathématiques sur la théorie des eaux courantes" empfiehlt de Prony für die Berechnung der Abflußgeschwindigkeit die Formel für das metrische Maß $g . r . h = 0{\cdot}00093 . v + 0{\cdot}00266\ v^2$ oder: $v = \sqrt{0{\cdot}03 + 3688 . r h} - 0{\cdot}175$, wobei g die Beschleunigung der Schwere bedeutet und $= 9{\cdot}8088$ angenommen wurde; r ist der mittlere Radius, wie in der Eytelwein'schen Formel, und h das Gefälle einer meterlangen Strecke.

In der Formel von de Prony variiren die Coefficienten mit der Geschwindigkeit des Wassers. Da indeß die mit dieser Formel erzielten Rechnungsresultate von jenen der Eytelwein'schen Formel nur unbedeutend abweichen, so ist sie mit den gleichen Fehlern wie diese behaftet.

§. 175. Die Formel von Weißbach und Hagen.

Die Weißbach'sche Formel lautet:

$$v = \sqrt{\frac{2g}{\alpha}} . \sqrt{r h},$$

* Für das Metermaß 50·93, während Grabenau für größere Flüsse einen Coefficienten gleich 55·21 empfiehlt.

worin der Coefficient des Reibungswiderſtandes

$$\alpha = 0{\cdot}007409\left(1 + \frac{0{\cdot}05853}{v}\right)$$

geſetzt werden muß. Es berechnet ſich *

$\alpha = 0{\cdot}01175$, wenn $v = 0{\cdot}1$ m
$\alpha = 0{\cdot}00958$, „ $v = 0{\cdot}2$ „
$\alpha = 0{\cdot}00849$, „ $v = 0{\cdot}4$ „
$\alpha = 0{\cdot}00813$, „ $v = 0{\cdot}6$ „
$\alpha = 0{\cdot}00795$, „ $v = 0{\cdot}8$ „
$\alpha = 0{\cdot}00784$, „ $v = 1{\cdot}0$ „
$\alpha = 0{\cdot}00755$, „ $v = 3{\cdot}0$ „ iſt.

Hagen empfiehlt in ſeinen Unterſuchungen über die gleichförmige Bewegung des Waſſers für die Berechnung der mittleren Geſchwindigkeit aus dem Durchflußprofil und dem Gefälle die Formel:

$$v = \sqrt{0{\cdot}01758 + 4585{\cdot}66\, r \,.\, h} - 0{\cdot}01326.$$

Der Coefficient nach Hagen iſt von der Profilbeſchaffenheit unabhängig und gibt deſſen Formel für Gefälle, die größer ſind als 0·0002, zu kleine Reſultate.

§. 176. Die Formel nach Gauckler und Bornemann.

In einer der Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris vorgelegten Abhandlung: „Etudes théoriques et pratiques sur l'écoulement et le mouvement des eaux," ſtellt Th. Gauckler, Ingénieur des ponts et chaussées et des travaux du Rhin à Colmar, folgende neue Formel für die Berechnung der mittleren Abflußgeſchwindigkeit auf, und zwar für Gefälle über

$$0{\cdot}0007 \text{ iſt } \sqrt{v} = \alpha \sqrt[3]{r} \,.\, \sqrt[4]{h} \text{ oder } v = \alpha^2 \sqrt[6]{r} \,.\, \sqrt{r\,h}$$

$$f = \alpha^2 \sqrt[6]{r} \,.$$ — und für Gefälle unter 0·0007

$$\sqrt[4]{v} = \beta \sqrt[3]{r}\, \sqrt[4]{h} \text{ oder } v = \beta^4 \sqrt[4]{r^4 \,.\, h}$$

$$f = \beta^4 \sqrt[6]{r^5} \,.\, \sqrt{h}.$$

Gauckler berechnet auf der Grundlage von Vergleichungen mit den Meſſungsreſultaten von Darcy und Bazin, Dubuat, Poirée, Emmery und Léveillé die Werthe von α und β für verſchiedene Profile, und zwar:

	α	β
Gerinne aus Quadermauerwerk, Cement	8·5—10·0	8·5—9·0
„ „ gewöhnlichem Mauerwerk	7·6— 8·5	8·0—8·5
„ „ gemauerten Wänden und Erdſohle . . .	6·8— 7·6	7·7—8·0
„ „ Erde ohne Pflanzen	5·7— 6·7	7·0—7·7
„ „ Erde mit Pflanzen	5·0— 5·7	6·6—7·0

Bornemann hat die zwei Formeln Gauckler's in eine zuſammengefaßt:

$$\sqrt[4]{v} = \alpha \sqrt[3]{r}\, \sqrt[5]{h} \text{ oder } v = \frac{r\,h \sqrt[3]{r}}{\alpha \sqrt[5]{h}}$$

* „Die Ermittelung der Durchflußprofile," von L. E. Tiefenbacher, 1878.

und empfiehlt für:

hölzerne Gerinne . . $\alpha = 0{\cdot}000623$
gemauerte Gräben. . $\alpha = 0{\cdot}001090$
ungemauerte Gräben $\alpha = 0{\cdot}001600$
Flüsse . . . . . $\alpha = 0{\cdot}003900$.

§. 177. Die Formel von Humphreys und Abbot.

Die von den amerikanischen Ingenieuren aufgestellte Formel für die Berechnung der mittleren Geschwindigkeit lautet:

$$v = \left[\sqrt{0{\cdot}0025 \cdot b + \sqrt{68{\cdot}72\, r \sqrt{h}}} - 0{\cdot}05\sqrt{b}\right]^2,$$

worin $b = \frac{0{\cdot}933}{\sqrt{r' + 0{\cdot}457}}$ zu setzen ist.

In dieser Formel ist $r = \frac{a}{p}$ und $r' = \frac{a}{p + w}$ wobei w die Wasserspiegelbreite, a den Wasserquerschnitt und p den vom Wasser benetzten Umfang bedeutet. Die etwas schwerfällige Formel wurde von Grabenau durch Hinweglassung der kleinen Werthe auf die Form $v = k \cdot f\sqrt{r'\sqrt{h}}$ oder $v = k \cdot f\sqrt{r'}\sqrt[4]{h}$ vereinfacht und lautet in Worten:

Die mittlere Abflußgeschwindigkeit ist das Product der Quadratwurzel des durch den ganzen Umfang des Wasserprofils dividirten Flächeninhaltes desselben und der vierten Wurzel des Gefälles, multiplicirt mit einem Erfahrungscoefficienten.

Grabenau nimmt für k den constanten Werth = 8·28972 an und empfiehlt für f, und zwar:

bei kleinen Wassergräben	unter 1 m²	Querschnitt	0·8543
„ „ Bächen	von 1— 5 „	„	0·8796
„ großen „	„ 5— 10 „	„	0·8890
„ kleinen Flüssen	„ 20—400 „	„	0·9223
„ großen „	über 400 „	„	0·9459

§. 178. Die Formeln von Darcy und Bazin.

Die beiden französischen Ingenieure Darcy und Bazin haben an einem künstlich hergestellten Wassercanal von 2 m Breite, 1 m Tiefe und 600 m Länge Messungen und Berechnungen über die Abflußgeschwindigkeit und, da der Versuchscanal gleichzeitig aus Profilen von verschiedener Beschaffenheit und Form zusammengesetzt war, auch unter Einem Beobachtungen über den Einfluß der Profilform und Profilbeschaffenheit angestellt. Beide gelangten bei ihren Beobachtungen* zu den Schlußfolgerungen:

a) daß die halbkreisförmige Profilform für den Wasserabfluß am günstigsten ist,

b) daß der allgemeine Einfluß der Form eines Bachprofils ein mehr untergeordneter ist, und

---

* „Recherches hydrauliques," von Darcy und Bazin, 1865.

c) daß die der Rechnung zu unterstellenden Coefficienten nicht nach der Geschwindigkeit des Wassers, sondern nach der mittleren Wassertiefe und nach der Beschaffenheit des Profils variiren.

Es ist daher die Form, vorwiegend aber die Beschaffenheit der Wände und der Bachsohle eines Gerinnes von großem Einflusse auf die Bewegung des Wassers, welchen Einfluß Darcy schon bei den gewöhnlichen Wasserleitungsröhren beobachtet hat, während Dubuat in seinem „Principes d'hydraulique" hervorhebt, daß er keine Aenderung in der Bewegung bemerkt habe, wenn Wasser über verschiedene Gegenstände und Erdarten floß. Der von Darcy und Bazin berechnete Geschwindigkeitscoefficient schwankt zwischen 5—160, während die amerikanischen Ingenieure Humphreys und Abbot bei ihren Versuchen, die sie in gleicher Weise wie Darcy und Bazin am Mississippistrom und seinen großen Nebenflüssen anstellten, Coefficienten bis 256 gefunden haben.

Diese bedeutenden Abweichungen in den Ergebnissen der in Frankreich und Amerika durchgeführten Untersuchungen, beziehungsweise der hieraus berechneten Coefficienten sind wohl dem Umstande zuzuschreiben, daß die Versuche unter so höchst verschiedenen Verhältnissen angestellt worden sind. Die Resultate dieser Untersuchungen haben somit noch weiters zur Genüge gezeigt, daß von der Eytelwein'schen Formel mit dem constanten Coefficienten ein richtiges Ergebniß nicht zu erwarten ist.

Sowohl die Formeln von Darcy und Bazin, als auch jene von Humphreys und Abbot sind in gewissen Grenzen richtig; doch kann keine auf eine allgemeine Giltigkeit, d. i. für eine Verwendung unter allen Verhältnissen Anspruch erheben, sie übertreffen indeß an Brauchbarkeit alle bisher empfohlenen Formeln. Für den praktischen Gebrauch und speciell für die Gebirgsbäche empfiehlt Ingenieur Kutter die Anwendung der Geschwindigkeitsformel von Darcy und Bazin. Derselbe hat diese Formel auf das Metermaß umgerechnet und den von den beiden Vorgenannten aufgestellten vier Profilbeschaffenheiten eine fünfte Kategorie für geschiebeführende Bäche hinzugefügt. Die Formeln nach Darcy und Bazin lauten:

I. Kategorie. Sehr glatte Profile aus Cement ohne Sand, sorgfältig gehobeltem Holz ꝛc.

$$v = \sqrt{\frac{r\,h}{0{\cdot}00015 + \frac{0{\cdot}0000045}{r}}} \text{ oder } v = \sqrt{\left(6667 - \frac{200}{r + 0{\cdot}03}\right) r\,h}$$

$$f = \sqrt{\frac{1}{0{\cdot}00015 + \frac{0{\cdot}0000045}{r}}}$$

II. Kategorie. Gut geebnete Profile aus gehauenen oder gebrannten Steinen (Ziegeln), aus Cement mit Sand, aus Brettern ꝛc.

$$v = \sqrt{\frac{r\,h}{0{\cdot}00019 + \frac{0{\cdot}0000133}{r}}} \text{ oder } v = \sqrt{\left(5286 - \frac{370}{r + 0{\cdot}07}\right) r\,h}$$

$$f = \sqrt{\frac{1}{0{\cdot}00019 + \frac{0{\cdot}0000133}{r}}}$$

III. Kategorie. Weniger gut construirte Profile aus Mauerwerk und Bruchsteinen ꝛc.

$$v = \sqrt{\frac{r\,h}{0{\cdot}00024 + \frac{0{\cdot}0000600}{r}}} \text{ oder } v = \sqrt{\left(4160 + \frac{1040}{r + 0{\cdot}25}\right) r\,h}$$

$$f = \sqrt{\frac{1}{0{\cdot}00024 - \frac{0{\cdot}00006}{r}}}$$

IV. Kategorie. Profile in Erde.

$$v = \sqrt{\frac{r\,h}{0{\cdot}00028 + \frac{0{\cdot}00035}{r}}} \text{ oder } v = \sqrt{\left(3568 - \frac{4460}{r + 1{\cdot}25}\right) r\,h}$$

$$f = \sqrt{\frac{1}{0{\cdot}00028 + \frac{0{\cdot}00035}{r}}}$$

V. Kategorie. Profile in Erde mit unregelmäßigen Wandungen und Geschiebebewegung.

$$v = \sqrt{\frac{r\,h}{0{\cdot}00040 + \frac{0{\cdot}0007}{r}}} \text{ oder } v = \sqrt{\left(2500 - \frac{4375}{r + 1{\cdot}75}\right) r\,h}$$

$$f = \sqrt{\frac{1}{0{\cdot}0004 + \frac{0{\cdot}0007}{r}}}$$

In den vorstehenden Formeln ist v die mittlere Geschwindigkeit in einem bestimmten Wasserprofil, f der Coefficient, h das Gefälle des Wasserspiegels für die Längeneinheit oder einem Meter und r der mittlere Radius, d. i. der Quotient aus dem Wasserquerschnitt durch den benetzten Umfang. Mit Rücksicht auf die Größe des Querschnittes und des benetzten Umfanges, beziehungsweise des Quotienten $\frac{a}{p} = r$ berechnet sich der Coefficient des Reibungswiderstandes bei den Profilen nach Kategorie V aus der Formel:

$$f = \sqrt{\frac{1}{0{\cdot}0004 + \frac{0{\cdot}0007}{r}}}$$

für 0·1 m = r ist f = 11·619
„ 0·3 m = r „ f = 19·235
„ 0·5 m = r „ f = 23·558
„ 1·0 m = r „ f = 30·149
„ 2·0 m = r „ f = 36·670
„ 3·0 m = r „ f = 39·380
„ 4·0 m = r „ f = 41·880
„ 5·0 m = r „ f = 43·020
„ 6·0 m = r „ f = 44·270

für 7·0 m = r ist f = 44·720
„ 8·0 m = r „ f = 45·640
„ 9·0 m = r „ f = 45·800
„ 10·0 m = r „ f = 46·120

Aus den von Darcy und Bazin aufgestellten Formeln kann man den großen Einfluß der Profilbeschaffenheit entnehmen; es wird dieser Einfluß mit der zunehmenden Größe des Profils zwar kleiner, sinkt aber niemals bis auf Null herab. Für die Berechnung der Profile an den Triftbächen werden wir mit der Formel für die Kategorie V noch das sicherste und beste Resultat erzielen.*

§. 179. Berechnung der mittleren Geschwindigkeit aus der Oberflächengeschwindigkeit.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß sich das fließende Wasser in der verschiedenen Tiefe mit einer ungleichen Geschwindigkeit fortbewege, und haben directe Messungen gezeigt, daß in einem Wasserprofil von mäßiger Tiefe die größte Geschwindigkeit an der Oberfläche, bei einer größeren Tiefe dagegen unterhalb derselben vorkommt. Bei Profilen, deren Tiefe gleich der Breite ist, hat jene Wasserschichte, die in halber Tiefe liegt, die größte Geschwindigkeit.

Annähernd vermindert sich die Oberflächengeschwindigkeit nach dem Boden zu um 17%, so daß die mittlere Geschwindigkeit, wenn sie in die halbe Wassertiefe fällt, um 8·5% kleiner ist, als an der Oberfläche.

Wenn wir mit v_0 die Wassergeschwindigkeit auf der Oberfläche bezeichnen, so ist das Verhältniß zwischen der mittleren und der Oberflächengeschwindigkeit $\frac{v}{v_0}$ nach Untersuchungen und Berechnungen von

Baumgartner mit	0·80
Destrem und de Prony	0·78
Boileau	0·82
Brünings	0·72—0·98
	im Mittel 0·85
Dubuat	0·67—1·00

gefunden worden.

Für die Berechnung der mittleren Geschwindigkeit des Wassers an der Oberfläche stehen uns gleichfalls zahlreiche Formeln zur Verfügung, als: Die Formel nach Bazin:

$$v = v_0 - 14\sqrt{r\,h};$$

Formel von Exner:

$$v = v_0 \cdot \frac{1 + 0{\cdot}2676\sqrt{T}}{1 + 0{\cdot}4014\sqrt{T}}$$

worin T die Wassertiefe ist;

---

* Beispiel. Ein zu profilirender Bach hat eine mittlere Breite von 4 m, den höchsten Wasserstand m 2 m und ein Gefälle von $\frac{1}{20} = 0{\cdot}05$ m per laufenden Meter; der Coefficient wäre, nachdem in diesem alle $a = 4 \times 2 = 8$ m² und $p = 4 + 2 + 2 = 8$, $r = 1$ ist, nach der berechneten Scala 30·149 oder rund 0·15, daher $v = 30{\cdot}15\sqrt{r\,h} = 30{\cdot}15\sqrt{1 \,.\, 0{\cdot}05} = 30{\cdot}15 \times 0{\cdot}22 = 1{\cdot}2$ m per Secunde, somit die Abflußmasse per Secunde $M = Q\,v$
„ $= 8 \times 1{\cdot}2 = 9{\cdot}6$ m³.

Formel nach de Prony:

$$v = \frac{2{\cdot}372 + v_0}{3{\cdot}153 + v_0} \cdot v_0.$$

Hagen gibt in seinen Untersuchungen über die gleichförmige Bewegung des Wassers für die Berechnung der mittleren Geschwindigkeit mit Hilfe der gemessenen größten Geschwindigkeit die Formel an: $v = (1 - 0{\cdot}0582 \sqrt{T})\, v_0$, worin T wieder die ganze Wassertiefe bedeutet.

Die thatsächliche Messung der Geschwindigkeit an der Wasseroberfläche geschieht in der Weise, daß die Zeit genau beobachtet wird, die ein im Stromstriche schwimmender Körper braucht, um eine bekannte Länge des Bachgerinnes zu durchschwimmen. Als Schwimmer genügen einfache oder ausgehöhlte Holzstücke, zugekorkte leere oder mit etwas Wasser gefüllte Flaschen und Schaufelräder, bei welch' letzteren die Geschwindigkeit aus der Anzahl der Umdrehungen berechnet wird.*

§. 180. Berechnung der Abflußmassen aus den gemessenen Niederschlagsmengen.

Wo directe Wassermessungen nicht ausführbar sind oder nur ein unverläßliches Ergebniß gewähren sollten, beispielsweise wenn ein geschlossenes Profil nicht vorhanden ist, und Profilsberechnungen angestellt werden müssen, so ist man genöthigt, um annähernd die größte Abflußmasse bestimmen zu können, auf die Regenmenge zurückzugehen. Wäre z. B. die größte Abflußmenge eines Baches zu ermitteln, dessen Sammelgebiet a Quadratmeter groß ist, und wäre die größte Regenmenge innerhalb 24 Stunden m Millimeter, so berechnet sich die Abflußmenge M pro Secunde in m^3

$$M = \frac{a \cdot \frac{m}{1000}}{24 \times 60 \times 60} = \frac{a \cdot m}{864000}.$$

Diese Art der Berechnung einer Abflußmenge innerhalb eines bestimmt begrenzten Sammelgebietes ist nicht ganz richtig und kann nur als Näherungsmethode angesehen werden, da unstreitig nicht alle Niederschlagsmengen, wie dies in der vorstehenden Rechnung doch angenommen wurde, zum regelmäßigen Abflusse kommen, sondern zum Theil vom Boden aufgesaugt werden, zum Theil auch verdunsten u. s. w. In einem Einzugs- oder Sammelgebiete, wo Gletscherfelder von größerer Ausdehnung vorkommen, muß bei der Bestimmung der größten Abflußmenge auch jenes Quantum berücksichtigt werden, welches in Folge der fortgesetzten Eisschmelzung zum Abfluß kommt; weiters ist aber auch noch einer langen Reihe von einflußnehmenden Factoren Rechnung zu tragen, z. B. den herrschenden Bodenarten, der Temperatur des Bodens und der Luft während des Regens, der Regendauer, dem Trockengrad der Luft u. s. w. Mathematisch richtigere Näherungsformeln für die Berechnung von Abflußmengen aus gemessenen Niederschlägen findet man in dem von Ingenieur Lauterburg** in Bern veröffentlichten Versuche zur Aufstellung einer allgemeinen Uebersicht der aus der Größe und Beschaffenheit der Flußgebiete abgeleiteten schweizerischen Normalabflußmengen, gestützt auf meteorologische und hydrometrische Beobachtungen.

---

* Zu genauen Messungen, die aber bei dem vorliegenden Zwecke der einfachen Triftbachverbauung nicht nothwendig sind, benützt man die Woltmann'schen Flügel und die von Sasse dafür berechnete Formel.

** Commissionsverlag von Huber & Comp., 1876.

§. 181. Allgemeines über Abflußmengen und Geschwindigkeitsverhältnisse in geschiebeführenden Triftbächen.

Jener Antheil, der von der gesammten Niederschlagsmenge thatsächlich zum Abflusse kommt, ist ein sehr verschiedener und wird zum Theil durch die Bodenformungen, zum Theil durch die Art der Cultur des Sammelgebietes bedingt. Hagen berechnete in seinem „Handbuche der Wasserbaukunst" den Antheil, der von der jährlichen Regenmenge durch die Bach- oder Flußläufe thatsächlich abgeführt wird, an einer Reihe von Flußgebieten mit 74—28%. Im Großen und Ganzen kann man annähernd annehmen, daß von der jährlichen Regenmenge:

a) in hoch cultivirten Ländern und in Hängen, die eine reichliche Quellenbildung besitzen . . . . . 30—35%
b) in bergigen Sammelgebieten mit guter Bewaldung . . . . . 35—45%
c) in bergigen Sammelgebieten mit mangelhafter Bewaldung und dem Vorkommen von kahlen Gebirgen . . . . . 45—55%
d) in einem kahlen Sammelgebiete mit ungeklüfteten Gebirgsformen . . 55—60%

zum Abflusse kommen.

In gut bewaldeten Gegenden berechnet sich nach den vorliegenden Erfahrungen die Abflußmenge per Secunde und km² Niederschlagsgebiet in:

ebenen Lagen mit	0·9—1·4 m³
hügeligen Lagen mit	2·0—2·5 „
angehendem Gebirgsgebiete mit . . .	4·0—5·0 „
Hochgebirg mit	5·5—8·5 „

In einem schwach bewaldeten Gebiete oder wenn der Boden fest und für eine reichliche Wasseraufnahme minder empfindlich ist, müssen die vorstehenden Ansätze um 30—50% erhöht werden.

Wenn die Correction eines Triftbaches geplant wird, so ist es von Belang, daß bei allfälliger Kürzung des Bachgerinnes, d. h. bei einer Correction der Situation nicht ein zu starkes Gefälle erzielt werde, welches dann zur Erhöhung der Wassergeschwindigkeit und damit gleichzeitig auch zu einer unliebsamen und nachtheiligen Steigerung der grabenden und kolkenden Kraft des Wassers führen würde, während andererseits die Geschwindigkeit des Wassers, beziehungsweise die geschiebeführende Kraft des letzteren so groß sein soll, daß die örtlich vorkommenden Geschiebe mit Rücksicht auf ihre Durchschnittsgröße fortgeführt werden können. Der königlich württembergische Bauinspector Reinhart berechnet als zulässige Geschwindigkeitsgrenzen, d. h. als Geschwindigkeitsgrößen, die nicht überschritten werden dürfen, wenn nicht eine Beschädigung der Bachsohle und der seitlichen Hänge eintreten soll, und zwar mit Rücksicht auf die Profilbeschaffenheit für

	Wasserspiegel-Geschwindigkeit in Metern per Secunde	Sohlen-Geschwindigkeit in Metern per Secunde
Töpferthon, schlammige Erde	0·15	0·08
feinen Sand	0·20	0·10
abgelagerten Thon	0·30	0·15
Lehm und festen Flußsand	0·60	0·30
kiesigen Boden	1·20	0·65

	Wasserspiegel-Geschwindigkeit in Metern per Secunde	Sohlen-Geschwindigkeit
eckige Steine von der Größe eines Hühnereies	1·60	1·00
Conglomerate und Schiefer	2·20	1·50
lagerhafte Gebirgsarten	2·75	1·80
harte ungeschichtete Felsen	4·20	3·00

In „Des Ingenieurs Taschenbuch", herausgegeben vom Verein „Hütte", p. 183, werden folgende Geschwindigkeitsgrenzen für ein Wassergerinne angegeben, und zwar für

	Geschwindigkeit an der Oberfläche	Mittlere Geschwindigkeit	Geschwindigkeit am Boden
schlammige Erde oder Töpferthon	0·15	0·11	0·08
fetten Thon	0·30	0·23	0 16
festen Flußsand	0·60	0·46	0·31
kiesigen Boden	1·22	0·96	0·70
grobsteinigen Boden	1·52	1·23	0·94
Conglomerate von Schieferstücken	2·22	1·86	1·49
lagerhafte Gebirgsarten	2·75	2·27	1·82
harte Felsarten	4·27	3·69	3·14

§. 182. Ermittlung des Durchflußprofils und der Bachbettbreite.

Wird die Verbauung eines Bach- oder Flußlaufes beabsichtigt, so theilt man denselben in mehrere durch die Terrainverhältnisse gegebene Abschnitte oder Sectionen und ermittelt für jede dieser Theilstrecken das erforderliche Durchflußprofil. Es liegt auf der Hand, daß dort, wo ein Bach mit einer ausgedehnten Durchflußstrecke zu corrigiren ist, die Berechnung eines Profils nicht genügen wird; in einem solchen Falle werden oft zahlreiche Profilsermittlungen nothwendig sein, weil ja der Bach mit der Vergrößerung seines Sammelgebietes immer mehr und mehr Raum für seine Abflußmassen in Anspruch nehmen wird.

Im Allgemeinen muß das zu wählende Profil mit Rücksicht auf seine Dimensionen und seine Form derart beschaffen sein:

a) daß die berechneten Wassermassen bei den bekannten Hochwasserständen unschädlich abgeführt werden;
b) daß der Triftung oder Abflößung der Hölzer in den ortsüblichen Dimensionen keine Schwierigkeiten erwachsen;
c) daß das gewählte Profil den zulässig kleinsten Kostenaufwand erheischt, d. h. die Dimensionen der erforderlichen Bauten sind in den äußersten Grenzen halten;
d) daß das Profil die nöthige Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen die Angriffe der Durchflußmassen besitze, und
e) daß weder Geschiebeablagerungen, noch Sohlenangriffe zu befürchten sind.

Die mittlere Profilbreite ist die wichtigste Dimension des zu wählenden Durchflußprofils und kann durch Rechnung gefunden werden; wenn m die Durchflußmasse bei dem gewöhnlichen Triftwasserstande und t jene Tiefe ist, die mit Rücksicht auf die abzutriftenden Hölzer die erwünschte wäre, so ist $m = b \cdot t \cdot v$ und $b = \frac{m}{t \cdot v}$. Die Profilbreite kann man auch aus der bekannten Formel $v = f\sqrt{r \cdot h}$ für ein rechtwinkeliges Querprofil berechnen, wenn man für $v = \frac{a}{p} = \frac{b \cdot t}{b + 2t}$ in die Formel einführt.

$$v = f\sqrt{\frac{b\,.\,t}{b+2t}\,.\,h} \qquad v^2 = f^2 h\,.\,\frac{b\,.\,t}{b+2t}$$

$$\frac{v^2}{f^2\,.\,h}(b\,.\,2t) = b\,.\,t \qquad \frac{2t\,.\,v^2}{f^2\,.\,h} = b\left(t - \frac{v^2}{f^2\,.\,h}\right)$$

$$b = \frac{2\,.\,t\,.\,v^2}{f^2\,.\,h\left(t - \frac{v^2}{f^2\,.\,h}\right)} = \frac{2\,.\,t\,.\,v^2}{f^2\,.\,t\,.\,h - v^2}$$

Welche Profilbreite in dem einen wie dem anderen Falle zu wählen sei, läßt sich in der Praxis durch eine eingehende Beobachtung und Prüfung des Bachbettes, und zwar in seinem ganzen Verlaufe auch annähernd bestimmen; jene Stellen seines gegenwärtigen Profils, die weder eine Beschädigung der Sohle, noch der seitlichen Profilbegrenzungen, desgleichen keinerlei Geschiebeablagerungen wahrnehmen lassen, dürften die entsprechende Profilbreite besitzen und können der Correction zur Richtschnur dienen. In einem zweckmäßig profilirten Bach- oder Flußlaufe soll der Stromstrich, beziehungsweise die Linie der größten Wassergeschwindigkeit mit der geometrischen Mitte des Längenprofils zusammenfallen; nachdem gleichzeitig die größte Wassergeschwindigkeit stets mit der größten Wassertiefe zusammenfällt, so wäre eine schalenförmige Form des Querprofils die richtigste und entsprechendste. Ein derartiges Profil ist aber in vielen Fällen nur schwer und auch kostspielig herzustellen; indeß kann dort, wo der Einbau von Grundschwellen geplant werden sollte, der Sohle eine nach der Mitte zu vertiefte Form gegeben werden.

Wenn nun auf Grund der ermittelten und festgesetzten mittleren Profilbreite die Sohlenbreite bei gegebener Böschung, die obere Profilbreite und die sichere Wehrhöhe der herzustellenden Werke bestimmt ist und alle Erhebungen mit thunlichster Berücksichtigung der localen Verhältnisse gepflogen wurden, beziehungsweise der Verbauungsplan mit Rücksicht auf die Situation, als auch Form und Größe der einzelnen Werke festgesetzt worden ist, so kann unbehindert mit dem Bau der einzelnen Werke je nach Bedarf begonnen werden.

§. 183. Einfluß auf den Arbeitsaufwand bei Ausführung von Uferschutzbauten.

Ganz besonders unterliegen alle hydrotechnischen Bauten zahlreichen Einflüssen und schwankt in Folge dessen auch das jeweilige Arbeitserforderniß innerhalb weiter Grenzen. Bevor wir daher auf die specielle Ausführung der allgemein üblichen Arten von Ufersicherungsbauten übergehen, sollen zunächst jene Momente besprochen werden, welche den Bau solcher Werke in der einen oder der anderen Richtung zu behindern vermögen, weil mit deren Kenntniß möglicherweise auch deren Einflußnahme beseitigt oder doch zum mindesten wesentlich abgeschwächt werden kann.

Von Einfluß sind also:

1. Die Bauzeit.

Die günstigste Zeit zum Baue von Uferschutzobjecten ist bekanntlich jene, zu welcher der Bach die kleinsten Wassermassen mit sich führt, was gewöhnlich im Herbste der Fall ist; da ist das Ableiten des Wassers, beziehungsweise die Trockenlegung der Baustelle mit geringem Aufwande durchführbar. Erheischen es die Verhältnisse, daß ein Bau im Sommer ausgeführt werden muß, so unterliegt die Bauausführung, abgesehen von dem vermehrten

Aufwande für Wasserableitungsarbeiten, den Gefahren des Hochwassers und kann eine halbfertige Arbeit sehr leicht wieder vollständig zerstört werden.

2. Die Witterungsverhältnisse während der Bauausführung.

Soll ein Uferschutzbau in dauerhafter und zweckmäßiger Weise, d. i. mit einer tiefen und soliden Fundirung ausgeführt werden, so ist die Baustelle gegen den Wasserzutritt durch einen genügenden Absperrbau, Versatz- oder provisorischen Wehrbau, abzuschließen, und muß dieser Schutzbau zum mindesten bis zur Beendigung des Grundbaues erhalten werden. Durch anhaltenden Regen steigen die Wassermassen und gefährden sodann den Absperrbau, ja zerstören ihn sogar unter ungünstigen Verhältnissen; tritt das letztere thatsächlich ein, so kann der Schaden, den die Fluten innerhalb der Baustelle anzurichten vermögen, große Dimensionen annehmen. Es nehmen daher die Witterungsverhältnisse auf den Gang der Bauausführung von hydrotechnischen Objecten einen hervorragenden Einfluß und können bei ungünstiger Gestaltung den erforderlichen Aufwand selbst auf das Doppelte steigern.

3. Die Beschaffenheit des Untergrundes.

Die Beschaffenheit des Untergrundes, auf welchem ein Bau ausgeführt werden soll, bedingt in den meisten Fällen die Art, in welcher der Grundbau auszuführen ist, d. h. er entscheidet, ob beispielsweise ein einfacher Steinwurf oder eine Grundschwelle genüge, um den Fuß und damit das Object selbst dauernd zu schützen, oder ob die Ausführung eines kostspieligen Rostes unausweichlich ist, bis zu welcher Tiefe Grundpfähle (Piloten) einzuschlagen sind u. dgl. m.

4. Die Beschaffenheit der zu verbauenden Uferstrecke.

Wird ein Parallelwerk zum Schutze eines bereits angegriffenen Ufers erbaut, so muß in den meisten Fällen der Raum zwischen dem Ufergelände und dem Parallelwerke ausgefüllt werden. Diese Hinterfüllungsarbeiten werden — wenn sie nicht etwa aus anderen Gründen unterbleiben können — dort, wo die Ufereinrisse bereits eine verhältnißmäßig große Dimension angenommen haben, auch einen übermäßigen Aufwand erfordern. Es empfiehlt sich daher, angegriffene Ufer sofort durch geeignete Maßnahmen, beispielsweise durch Rauhbäume, Flechtzäune, Steinwürfe u. dgl., wenigstens so weit zu schützen, daß ein Fortschreiten des begonnenen Terrainbruches bis zur Ausführung eines definitiven Baues hintangehalten wird.

5. Die Beschaffenheit des Bauobjectes.

Die Beschaffenheit des Bauobjectes hat dort einen Einfluß auf den erforderlichen Arbeitsaufwand, wo es sich um die Herstellung von Erd- oder Steindämmen handelt, denen sowohl nach der Wasser-, als auch nach der Landseite eine Böschung gegeben werden muß. Je flacher diese Böschungen anzulegen sind, umsomehr werden sie an Material und dementsprechend auch an Arbeitsaufwand erheischen. Da aber erfahrungsgemäß bei flachen Böschungen die Wirkung des Stromstriches mehr nach der Mitte geleitet und damit die Beschädigung und Abnützung der Uferwerke auf das geringste Maß herabgesetzt wird, so dürfen die Böschungen in keinem Falle etwa aus Ersparungs-

rücksichten zu steil angelegt werden. Kies- oder Erddämme, deren Wasserseite mit Bruchsteinen verkleidet wird, erhalten eine Böschung von 1 : 1½, lose Steindämme mit Faschinenbettungen eine solche von 1 : 2, während bei Quaderwerken eine Böschung (Anzug) von einem Fünftel der Gesammthöhe genügt.

6. Das zu den Objecten verwendete Material.

Selbstverständlich steht das gesammte Arbeitserforderniß mit der Art und Beschaffenheit des Materials, aus dem das eine wie das andere Object erbaut werden soll, in einem innigen Zusammenhange. Speciell bei Uferschutzbauten aus Stein kommt es wesentlich auf die Beschaffenheit des verfügbaren Materials an, denn je lagerhafter beispielsweise Bruchsteine sind, mit um so günstigerem Erfolge wird der Bau geführt werden können, während andererseits Bach- oder Klaubsteine einen höheren Arbeitsaufwand beanspruchen werden. Bei Quaderwerken ist das Arbeitserforderniß der eigentlichen Bauherstellung ein verhältnißmäßig geringes, dagegen erfordert das Erzeugen der Quadern eine bedeutende Leistung.

7. Die Gewandtheit der Arbeiter, ihre Vertrautheit mit der Arbeit und deren zweckmäßige Anleitung und Ueberwachung während des Baues.

Es liegt auf der Hand, daß mit geschulten und gewandten Arbeitern, die noch überdies mit der Art der auszuführenden Verbauungen vertraut sind, ein günstiger Erfolg zu erzielen sein wird; dagegen bleibt die Zweckmäßigkeit und Richtigkeit der gesammten Anlagen einer technisch verständigen Leitung und Ueberwachung anheimgestellt.

8. Die Lage der Baupunkte.

Eine ungünstige Lage der Baustellen erheischt oft einen weiten und schwierigen Transport der Baumaterialien, wodurch der Aufwand ganz außergewöhnlich erhöht werden kann. Es empfiehlt sich daher, jenen brauchbaren Materialien den Vorzug zu geben, welche entweder in unmittelbarer Nähe der Baustelle gewonnen werden können oder deren Beiführung wenigstens mit keinem unverhältnißmäßigen Aufwande verbunden ist.

§. 184. Parallelwerke als Uferschutzbauten an Triftbächen.

Nach Maßgabe des verfügbaren Materials, des anzustrebenden Zweckes und der örtlichen Verhältnisse der zu verbauenden und zu schützenden Uferstrecke lassen sich die an Triftbächen am häufigsten in Anwendung kommenden Schutzbauten wie folgt untertheilen:

A. Uferschutzbauten aus Faschinenmaterial.

1. Flechtzäune.
2. Packwerke aus Faschinen, sogenannte Staudendämme.
3. Senkfaschinen und Sinkwalzen.

B. Uferschutzbauten aus Holz.

4. Rauhbäume.
5. Bürstenwehr.

6. Plankenwehr.
7. Einfaches Holzwehr (Bergwehr).
8. Doppel- oder Kastenwehr.

C. Uferschutzbauten aus Stein.

9. Steinwurf.
10. Steindämme mit Faschineneinbettungen.
11. Steindämme mit Holzeinbauten.
12. Kiesdämme mit Bruchsteinpflaster.
13. Steindämme aus behauenen Steinen (Quaderwerke).

Nachdem der Aufwand für das Beistellen der zu einem Schutzbau erforderlichen Rohmaterialien von der Lage des Bauplatzes abhängt und sich daher im Allgemeinen nicht bestimmen läßt, so bleibt in den nachfolgenden Nachweisungen des Arbeitsaufwandes das Beiführen der Rohmaterialien unberücksichtigt, ausgenommen jene Klaubsteine und Geschiebemassen, die zur Aus- und Hinterfüllung der Werke dem Bachbette unmittelbar entnommen werden können.

§. 185. Schutzbauten aus Faschinenmaterial.

Selbstverständlich kann mit Faschinen nur ein einfacher Schutzbau hergestellt werden, der aber unter den entsprechenden Verhältnissen trotz seiner Einfachheit ganz vorzügliche Dienste zu leisten vermag.

Speciell wird die Anlage von Schutzwerken aus Faschinenmaterial sich empfehlen:

a) bei provisorischen Schutzanlagen, die später durch Objecte aus soliderem Material ersetzt werden sollen;
b) in Bächen mit geringem Gefälle und flachen Uferböschungen;
c) in einem Bache, dessen seitliche Profile eine schnelle Bewurzelung der verwendeten Faschinen gestatten;
d) bei Mangel an sonstigem Material, welcher Mangel auch nur vorübergehend sein kann;
e) wenn für den Schutzbau nur geringe Mittel vorhanden sind;
f) in Bächen, die nur vorübergehend für den Triftbetrieb benützt werden sollen, wo daher der Bau von dauerhaften, aber kostspieligen Werken nicht angezeigt wäre;
g) in Bächen, auf denen nur Hölzer von geringen Längendimensionen getriftet werden sollen und deren Geschiebeführung sich in mäßigen Grenzen hält, und endlich
h) wenn es sich um Absperrbauten handelt, d. i. Verbauungen todter Arme, bei Buhnen und Traversen für Anlandungszwecke u. s. w.

Dagegen sollen Faschinenwerke keinesfalls angewendet werden:

a) in Bächen, die zahlreiches und großes Geschiebe führen;
b) in Bächen, auf denen das Abtriften von schweren Hölzern erfolgen soll und deren Ufer dem Stromstriche sehr ausgesetzt sind;
c) in Bächen, wo mit Klauswässern größere Holzmassen abgeschwemmt werden, und
d) in Bächen mit starkem Gefälle und felsigen Uferböschungen.

§. 186. Flechtzäune als Uferschutz.

Zäune zum Schutze einer Uferpartie können bestehen:

a) Aus einer einfachen Reihe von Pfählen — lichte Verpfählung — die je nach Erforderniß mit dem Handschlägel in bestimmten Entfernung voneinander möglichst fest in den Boden eingeschlagen werden. Diese Pfahlreihen können in eine gerade oder gekrümmte Linie gestellt werden und haben zunächst den Zweck, Triftholzer vom Ufer abzuhalten. Die lichten Verpfählungen gehören zu den provisorischen Schutzbauten und müssen später durch solidere Anlagen ersetzt werden

b) **Die dunkle Verpfählung.** (Fig. 121). Werden die Pfähle der lichten Verpfählung mit Faschinenmaterial verflochten und der rückwärtige Raum allenfalls mit Geschieben hinterfüllt, so nennt man einen derartigen Uferschutzbau eine dunkle Verpfählung.

c) **Eine gepflasterte Verpfählung** (Fig. 122) nennt man jene Anlage, wenn Flechtzäune in mehreren Etagen übereinander hergestellt und der Zwischenraum mit Steinen abgepflastert wurde.

Die dunkle und gepflasterte Verpfählung findet häufige Anwendung in Bächen, wo nur leichte Hölzer getriftet werden und die Geschiebeführung eine untergeordnete ist, desgleichen lassen sich solche Anlagen auch mit Vortheil bei Verbauungen von Terrainbrüchen benützen.

Der Material- und Kostenaufwand per laufenden Meter dunkler Verpfählung läßt sich unter der Voraussetzung, daß die verflochtenen Pfähle circa 1 m über den Boden hervorragen, folgendermaßen annähernd veranschlagen:

1½ Stück 2 m lange, 9—12 cm im Mittel starke Stangenabschnitte, 10 Stück circa 3 m lange Flechtruthen; 0·5 m³ Schotter für die Hinterfüllung;

das Zurichten und Einrammen der Pfähle	mit	0·20 Tagschicht
„ Erzeugen der Flechtruthen	„	0·07 „
„ Einflechten und Hinterfüllen	„	0·33 „

Die Pflasterung bei der gepflasterten Verpfählung ist nach den gewöhnlichen Ansätzen für derartige Leistungen, und zwar per m² . . . . . mit 0·30 Tagschicht zu bemessen.

§. 187. Uferschutzbauten aus Packwerk, d. i. Stauden- oder Faschinendämme.

Die Stauden- oder Faschinendämme bestehen aus abwechselnden Lagen von Faschinenmaterial und Schotter oder Erdreich, wobei die ersteren eine Höhe von 20—25 cm, die letzteren eine solche von 15—20 cm erhalten. Zur Festigung des auf diese Art gebildeten Dammes dienen Pfähle, die in Entfernungen von 0·5—1·0 m, und zwar je nach dem Zwecke des Baues entweder an beiden Dammseiten oder nur an der dem Wasser zugewendeten einzuschlagen sind. Diese Pfähle werden dann untereinander sowohl als auch mit den einzelnen Faschinenlagen mit langen Flechtstauden aus Faschinenmaterial verflochten, damit gebunden und gefestigt.

Fig. 123 ist der Querschnitt eines Staudendammes, welcher einem angebrochenen Ufergelände zum Schutze dienen soll, während Fig. 124 den Durchschnitt eines freistehenden Staudendammes darstellt. Diese letztere Form findet zunächst dort eine Anwendung, wo es sich in erster Linie um eine Regulirung eines Bachbettes handelt, beispielsweise wo Abbauungen oder Verbauungen bei der Herstellung neuer Uferdämme, während die erstere Art des Baues den eigentlichen Uferschutzbauten zuzuzählen ist. Tabelle XXXIV enthält den erforderlichen Material- und Arbeitsaufwand für die Herstellung eines Staudendammes nach der in Fig. 123 und 124 dargestellten Form für eine Dammhöhe von 1—1½ m. Es sind dies die gewöhnlichen Höhenmaße, unter denen ein Staudendamm noch mit Erfolg auszuführen ist.

Für eine allfällige Ableitung des Wassers von der Baustelle ist kein Arbeitserforderniß vorgesehen, da eine solche Maßnahme in den wenigsten Fällen nothwendig ein wird; sollte indeß eine vollständige Trockenlegung des Bauplatzes zur Förderung

der Arbeit wesentlich beitragen, so ist der in der Tabelle ausgewiesene Aufwand dementsprechend zu erhöhen.

Eine weitere Art Uferschutzbaut aus Faschinenmaterial wird folgendermaßen hergestellt:

Dem zu schützenden Ufer entlang wird unter das Niveau des kleinsten Wasserstandes ein 20—25 cm starker Rundholzstamm als Grundbaum gelegt und darauf eine gleichfalls 20—25 cm starke, circa 2 m breite Faschinenspreitlage ausgebreitet. Dieselbe wird durch zwei Zangenhölzer niedergehalten, welche ihrerseits wieder durch Holznägel, das vordere mit dem darunter liegenden Grundbaume, das rückwärtige mit dem natürlichen Hinterlande, verbunden sind. Auf die Faschinenbettung kommt eine 25—30 cm dicke Kies- oder Schotterlage.

Ein Längenmeter dieses Uferschutzbaues erfordert:

3 m 20—25 cm starkes Rundholz,
2 Stück 1 m lange Holznägel,
3·3 „ 2 „ „ Faschinen,
0·5 m³ Geschiebe und
1·0 Tagschicht für die Herstellung.

§. 188. Uferschutzbauten aus Sinkwalzen und Senkfaschinen.

Senkfaschinen spielen bei Uferschutzbauten an größeren Wasserläufen eine wichtige und hervorragende Rolle, sind dagegen für Triftbäche, deren Gefälle bedeutend ist und die noch überdies größere Geschiebe führen, nicht zu empfehlen. Dagegen werden Senkfaschinen bei Ausfüllung von Untiefen ausgekolkter Stellen des Bachbettes, dann sowohl diese als auch die Sinkwalzen bei Absperrbauten eines todten Bachbettes, bei Trockenlegung von Baustellen, zum Schutze angegriffener Uferpartien als provisorische Anlagen u. s. w. mit großem Vortheil angewendet, und soll aus diesem Grunde deren Herstellung hier kurz besprochen werden.

Die Senkfaschinen erhalten je nach dem Ausmaße des verfügbaren Faschinenmaterials eine Länge von 4—5 m, einen Umfang von 1 m und werden im Innern mit grobem Kies oder Steinen derart ausgefüllt oder ausgeschwert, daß sie im Wasser zu Boden sinken und von diesem nicht leicht fortgetragen werden können. Ueberdies treibt man noch an 3—5 Stellen sich kreuzende Pflöcke durch die gebundene Faschine, die an beiden Seiten circa 30—40 cm hervorragen und zur Festigung der Faschinen im Boden namhaft beitragen. Zu Faschinenmaterial eignen sich Weiden und Erlen am besten; es lassen sich übrigens auch die Aeste aller Holzarten hiezu verwenden, welche einen genügenden Grad von Elasticität besitzen, damit sie beim Binden entsprechend zusammengepreßt werden können. Nadelholzäste sind zu kurz und können deshalb nur in Mischung mit anderem Materiale in Verwendung kommen.

Sinkwalzen* werden auf dieselbe Art wie die Senkfaschinen hergestellt, nur sind sie ohne Ende, d. h. sie werden nach Bedarf für ziemlich lange Uferstrecken ohne jede

---

* Die Sinkwalzenanfertigung und die vielseitige Verwendbarkeit der ersteren ist in eingehender Weise von Josef Freiherrn von Gumppenberg-Pöttmes in seinem Buche: „Wasserbau an Gebirgsflüssen," beschrieben worden. Dasselbe erschien zu Augsburg 1854.

Desgleichen enthält auch die „Praktische Anleitung zum Flußbaue" von Heinrich Freiherrn von Pechmann, München 1832, über Faschinenbauten schätzbares Material.

Unterbrechung erzeugt und haben von den Senkfaschinen das Gute voraus, daß sie nicht so leicht wie die letzteren von einem Hochwasser aus ihrer Lage herausgerissen und fortgeführt werden können. Die Sinkwalzen erhalten gleichfalls einen Durchmesser von 1 m und werden wie die Senkfaschinen in Entfernungen von 30—40 cm mit möglichst weichem Eisendraht, der ein Ausglühen nicht erfordert, gebunden.

Fünf Arbeiter können in einer Stunde circa 40—50 Drahtbänder schließen. Zu 18 Bändern wird 1 kg Draht und zu einem laufenden Meter Sinkwalze oder Senkfaschine 0·6 m³ Busch oder Reisig erfordert. Das Binden der Sinkwalzen oder Senkfaschinen erfolgt auf gewöhnlichen hölzernen Böcken und stellt sich das Material- und Arbeitserforderniß für den laufenden Meter folgendermaßen:

0·6 m³ Faschinenmaterial,
0·11 kg Draht,
Arbeitsaufwand 0·33 Tagschicht.

Mit den Senkfaschinen und den Sinkwalzen werden Schutzbauten in der Weise hergestellt, daß man die unmittelbar am Ufer erzeugten, beziehungsweise gebundenen Faschinen in das Bachbett einrollen läßt und am Fuße der zu schützenden Uferstrecke festlegt, wobei manchmal zwei, selbst drei derartige Walzen unter Einhaltung einer flachen Böschung übereinander gelegt werden müssen, die sich dann unmittelbar an das natürliche Ufergelände anlegen oder von einer Hinterfüllung getragen werden. Vertieft sich die Bachbettsohle, dann sinken die Faschinen nach und entstehen, wenn deren mehrere übereinander gelegt wurden, zwischen denselben Hohlräume, die nachträglich mit Steinen ausgefüllt werden müssen. Wir wiederholen, daß derartige Schutzbauten vorwiegend beim Flußbaue in Anwendung kommen.

§. 189. Uferschutzbauten aus Holz.

Die Uferschutzbauten aus Holz, beispielsweise die einfachen und doppelten Wehren, bieten, wenn sie gut und solid hergestellt worden sind, mit Rücksicht auf die Widerstandsfähigkeit nahezu die gleiche Gewähr wie die best ausgeführten Steinbauten, wenn gleichzeitig die Möglichkeit beseitigt wurde, daß der damit verbaute oder eingeschlossene Bach seine Sohle tiefer legen kann. Aber auch dann, wenn eine Tieferlegung der Bachbettsohle eintritt, ist der Steinbau ohne einen Pfahlrost mehr gefährdet als der einfache Holzbau. Dagegen ist die Dauerhaftigkeit des letzteren eine beschränkte und schwankt erfahrungsgemäß unter normalen Verhältnissen zwischen 30—50 * Jahren. Wir haben mehrfach die Erfahrung gemacht, daß auf Schwemmbächen, wo Rundhölzer getriftet werden, ein Holzbau dem Steinbau — mit Ausschluß des Quaderwerkes — vorzuziehen sei, da der letztere dem Anpralle der Trifthölzer auf die Dauer nicht in gleicher Weise den nöthigen Widerstand entgegenzusetzen vermag wie der erstere. **

* Im k. k. Forstbezirke Gosau des österreichischen Salzkammergutes sind in den Zwanzigerjahren Thalsperren erbaut worden, von denen die meisten noch gegenwärtig ihrem Zwecke vollständig entsprechen.

** Der Eisenbahndamm der Salzkammergutbahn wurde durch das Koppenthal, an welcher Stelle er unmittelbar von der Koppentraun bespült wird, mit einem soliden Steinpflaster und Steinwurf versichert. Aber schon nach wenigen Jahren war der Steinbau zerstört und ist gegenwärtig nahezu in seiner vollen Ausdehnung durch einen Holzbau — Steinkastenbau — ersetzt.

Im Speciellen wird der Bau eines Corrections- oder Schutzwerkes aus Holz empfohlen werden können:

1. wenn es sich um die Herstellung einer solideren Anlage handelt, beispielsweise an Triftbächen, deren Ufer durch eine lange Reihe von Jahren gesichert werden müssen, ein Zweck, der mit Faschinenmaterial nicht zu erreichen ist;

2. in Bächen mit starkem Gefälle und mächtiger Geschiebeführung, wo überdies starke Rundhölzer in bedeutenden Quantitäten getriftet werden;

3. in Oertlichkeiten, wo die Beschaffung von tauglichen Steinen mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, so zwar, daß sich die Kosten eines Steinbaues in kein Verhältniß zu denen eines Holzbaues stellen würden;

4. dort, wo es sich um die schnelle Herstellung eines Sicherungsbaues handelt und ein Faschinenbau nicht die entsprechende Gewähr der Dauerhaftigkeit zu bieten vermag, und

5. wo die Geldmittel nur in beschränktem Maße zur Verfügung stehen und Holz in hinreichender Menge und zu verhältnißmäßig niederen Preisen zu haben ist.

In Gegenden, wo die Holzpreise bereits eine ansehnliche Höhe erreicht haben und Steine in nächster Nähe der Baustelle in hinreichender Menge und brauchbarer Qualität — namentlich in entsprechender Größe — vorhanden sind, wird dagegen erwogen werden müssen, ob nicht der Steinbau ob seiner größeren Dauerhaftigkeit der Ausführung eines Holzbaues vorzuziehen ist.

§. 190. Rauhbäume als Uferschutz.

Diese werden dort angewendet, wo ein lockeres Ufergelände oder ein bestehender Uferschutzbau oder auch ein Brückenkopf durch die Hochfluten angegriffen, beziehungsweise bedroht werden sollte, so zwar, daß ein Weitergreifen voraussichtlich zu bedeutendem Schaden führen würde und daher ein ungesäumtes Handeln nothwendig wird. Rauhbäume sind daher ein vorübergehendes Schutzmittel, das nach Zulässigkeit des Wasserstandes sofort durch anderweitige Anlagen ersetzt werden muß. Als Rauhbäume eignen sich dichtbeastete Nadelholzstämme (Tannen, Fichten), die vor der bedrohten Stelle mit dem Gipfel stromabwärts angelegt und am Ufer befestigt werden (Ketten oder Seile). Nach Bedarf werden die Rauhbäume auch mit Steinen beschwert und versenkt, dann aber zwei oder mehrere Rauhbäume übereinander gelegt.

Das Einlegen eines 7—10 m langen Rauhbaumes erfordert einschließlich der Fällung und Zulieferung des Stammes:

a) bei einer geringen Uferhöhe, wenn das Holz in nächster Nähe des bedrohten Punktes gewonnen werden kann, per Stamm . . 1·00 Tagschicht
b) bei einer Uferhöhe von 1—1·5 m, wenn der Rauhbaum aus einer verglichenen Entfernung von 100 m zugezogen werden muß . . 1·75 Tagschichten
c) bei einer Uferhöhe von über 1·5—3 m und einer Zulieferungsstrecke der Rauhbäume von 100 m per Stamm . . . . . 2·30 „

Das Einhängen eines 7—10 m langen Rauhbaumes mit gleichzeitiger Herstellung einer 0·7 m hohen und 1 m breiten Bruchsteinbeschwerung erfordert:

1 Stamm, 7—10 m lang, 20 cm stark (beastete Fichte oder Tanne),
0·2 Stangen zu Anhaftpflöcken,
0·3 Fuhren Faschinenmateriale,
5 m³ Bruchsteine.

Das Herrichten, Einlegen und Befestigen des Rauhbaumes und das Einbetten der Faschinen mit Rücksicht auf einen höheren Wasserstand erfordert . . . 2·00 Tagschichten

das Gewinnen der Bruchsteine . . . . . 5·00 Tagschichten
die Zufuhr nach Maßgabe der Entfernung,
die Herstellung der Ausschwerung mit Bruchsteinen und der erforderlichen Nachfüllung mit Bachschotter . . . . . 5·00 „

§. 191. Das Bürstenwehr.

Unter den Holzbauten ist das Bürstenwehr der einfachste Uferschutzbau. Dasselbe besteht im Wesentlichen darin, daß längs des zu schützenden Ufers Pilote an Pilote (Bürstenhölzer) eingeschlagen wird. Diese Piloten oder Bürstenhölzer sind gewöhnlich bei einer Länge von 2·5—3 m 12—16 cm stark, werden am Fuße zugespitzt und sodann mit dem Handschlägel 1—1·2 m tief in den Boden eingetrieben.

Selbstverständlich ist ein Bürstenwehr nicht anwendbar:

a) dort, wo die Bodenverhältnisse dem Einschlagen der Piloten bis zu der erforderlichen Tiefe Schwierigkeiten entgegenstellen oder dies geradezu unmöglich machen sollten;

b) wo die zu schützenden Ufer dem Wasserstrom und den Trifthölzern in einem hohen Grade preisgegeben sind; das ist überall dort der Fall, wo der Wehrbau einen hohen Grad von Widerstandsfähigkeit besitzen soll, beispielsweise in Bächen mit starkem Gefälle und bedeutender Geschiebeführung;

c) in Bächen, wo die seitlichen Böschungen bis zu einer namhaften Höhe geschützt werden sollen, wo also den Uferschutzbauten eine ansehnliche Höhe gegeben werden muß, und

d) in Bächen, deren Sohle noch in steter Bewegung ist.

Es liegt auf der Hand, daß im ungünstigen Terrain oder bei Erzielung einer höheren Widerstandsfähigkeit die Piloten oder Bürstenhölzer in stärkeren Dimensionen entsprechend tiefer in den Boden eingeschlagen und noch überdies mit einem eisernen Pilotenschuh versehen werden müßten, was aber dann nicht mehr ohne einer Schlagmaschine, daher auch nur mit größerem Kostenaufwande möglich wäre. Ein hoher Aufwand ist aber nicht gerechtfertigt, da ein Bürstenwehr nur eine durchschnittliche Dauer von höchstens 6—8 Jahren hat.

Die Herstellung eines einfachen 15 m langen und 2 m hohen Bürstenwehrs erfordert unter mittleren Verhältnissen an Material und Arbeit:

97 Stück 3 m lange und 12—16 cm im Mittel starke Bürstenhölzer mit einem gesammten Massengehalt von 2·9 fm³.

Das Zuspitzen und Einschlagen der Bürsten bis zu einer Tiefe von 1—1·2 m mit dem Hand- oder Hebschlägel erfordert 10—14, im Mittel 12 Tagschichten oder für den laufenden Meter 6⅘ Bürstenhölzer mit dem Massengehalte von rund 0·2 fm³ und 0·8 Tagschicht.

Widerstandsfähiger gegen den mechanischen Einfluß der Trifthölzer ist das versteifte Bürstenwehr, d. h. wenn die Bürsten entweder unmittelbar unterhalb dem Kopfe oder etwas tiefer, jedoch für keinen Fall so tief, daß ein Anstreifen des Triftholzes bei gewöhnlichem Triftwasserstande zu befürchten wäre, durch zwei einander gegenüberstehende Querhölzer zusammengehalten werden. Für diese genügt eine mittlere Stärke von 12—16 cm. Sie werden an einer Seite abgeplattet, an die Bürsten, und zwar das eine an der Wasser-, das andere an der Landseite angelegt und in Entfernungen von einem Meter durch Holznägel, besser durch eiserne Bolzen und Schrauben mit den Bürsten und gleichzeitig auch untereinander verbunden.

Das Mehrerforderniß bei dem versteiften Bürstenwehr beträgt für den laufenden Meter:

2 m 12—16 cm starkes Holz zu den Querhölzern = 0·04 fm³,
1 eisernen Bolzen oder lärchenen Holznagel,
0·05—0·10 Tagschicht.

§. 192. Das Planken- und Halbbaumwehr.

Werden längs der zu verbauenden Uferstrecke in Abständen von 2—3 m Piloten in den Boden eingerammt und diese sodann an der dem Wasser zugekehrten Seite mit 50—80 mm dicken Brettern oder Halbbäumen, d. i. mit in der Mitte durchgeschnittenen kleinen Baumstämmen verkleidet, so heißt ein solcher Uferschutzbau ein Planken- oder Halbbaumwehr. Die Verschalung wird entweder bis an die Bachsohle oder zum mindesten bis zum Spiegel des niedersten Wasserstandes geführt und durch eiserne oder hölzerne Nägel an den Piloten befestigt. Die Piloten werden am Kopfe schief abgeschnitten und zum Schutze, sowie auch der oberste der Halbbäume, mit einem Brette überdacht. Die Piloten haben einen eisernen Schuh und werden mit der Schlagmaschine oder dem Handschlägel je nach der Beschaffenheit des Untergrundes und der erforderlichen Wehrhöhe 1—2 m tief in den Boden eingeschlagen.

Fig. 125 zeigt die vordere und eine rückwärtige Ansicht eines Halbbaumwehres; a sind die Piloten, auch Wehrstecken genannt, b die Wandhalbbäume, c der Pilotenbeschlag oder Steckenschuh, d das Säulendach und e die eisernen Nägel.

Die Tabelle XXXV enthält den Material- und Arbeitsaufwand für die Herstellung eines 15 m langen, 1—2 m hohen Plankenwehres, Tabelle XXXVI jenen für die Ausführung eines gleich langen, 4—8 Ring* (Baumlagen) hohen Halbbaumwehres.

§. 193. Das Bock- oder Schragenwehr.

Das Wesentliche bei diesem Wehr ist einmal die schiefe Stellung der Wasserwand und dann der Umstand, daß diese nicht durch das natürliche Ufergelände, sondern durch eine Anzahl von Holzböcken gestützt und getragen wird. Die Holzböcke oder Schragen stehen in Entfernungen von 2½—3 m, bestehen aus einer Wandstütze, zwei Seitenstreben und aus zwei Querhölzern oder Inschlössern zur Versteifung des Bockes, beziehungsweise zur Verbindung der Wandstütze mit den Seitenstreben. Auf den Wandstützen ruhen die Wandbäume, und es werden die letzteren mittelst Holznägel an den ersteren befestigt. Der Raum zwischen der Wasserwand und den Schragen wird der ganzen Wehrlänge nach mit Steinen, Geschiebe, Kies u. dgl. ausgeschwert, d. i. hinterfüllt, und ruht diese Ausschwere oder Hinterfüllung auf einer im Grunde aus Stangen hergestellten Dielung, welche man auch den Schwerboden nennt.

Fig. 126 ist die vordere und die rückwärtige Ansicht eines acht Ring hohen Bock- oder Schragenwehres und bedeuten a die Wandbäume, b die Wandstützen, c die Seitenstreben, d die Querhölzer oder Inschlösser, e den Schwerboden und f die Ausschwere. Der Fuß der Wandstützen und Seitenstreben ist nach Maßgabe der Wehrhöhe und der angestrebten Festigkeit des Baues entsprechend tief in den Grund einzugraben

* Ein Ring ist eine Balkenlage und im gegenwärtigen Falle eine Lage der Wandbäume.

und mit Steinen zu verkeilen; desgleichen müssen auch der unterste Wandbaum, unter Umständen auch deren zwei, und der Schwerboden unter das Niveau der Bachsohle gelegt werden.

Das Bock- oder Schragenwehr wird mit Erfolg bei Spornbauten angewendet, wenn der Stromstrich von einer gefährdeten Uferstelle abgeleitet oder wenn durch den veränderten Stromstrich eine Sand- oder Schotterbank vom Wasser weggeführt werden soll. Tabelle XXXVII enthält den Material- und Arbeitsaufwand eines 15 m langen, 3—8 Ring hohen Schragenwehres.

§. 194. Das einfache Holzwehr (Krainerwerk, Bergwehr).

Das einfache Bergwehr besteht aus einer Anzahl von aufeinander gelegten Stämmen, die zum Theil unter sich und zum Theil mit dem Hinterlande, d. i. dem Ufergelände, durch Querhölzer oder Inschlösser verbunden werden. Die aufeinander gelegten Stämme heißen Wandbäume, erhalten keine Bezimmerung und werden mit den Inschlössern oder Querhölzern derart verbunden, daß die letzteren zur Hälfte in den aufruhenden Wandbaum eingelassen werden. Zur weiteren Befestigung wird noch überdies das Inschloß mit den zwei Wandbäumen durch einen aus Holz angefertigten, circa 60 cm langen, 4—5 cm dicken Wehrnagel verbunden. Die Holzwandung wird nicht senkrecht gestellt, sondern erhält ein Fünftel der Höhe als Einzug, und muß der unterste Wandbaum, auch Grundbaum genannt, unter die Normalsohle des Baches zu liegen kommen, während die Inschlösser oder Zangen möglichst tief in das gesunde und feste Uferland einzulassen sind.

Die Inschlösser werden in Abständen von 2 m eingelegt und erhalten je nach Beschaffenheit der zu verbauenden oder zu schützenden Uferstrecke eine Länge von 2—4 m. Die Höhe des Wehres wird nach der Anzahl der aufeinander ruhenden Wandbäume oder Ringe bezeichnet; so besteht beispielsweise die Wand eines vier Ring hohen einfachen Wehres aus vier Wandbäumen.

Dort, wo die Möglichkeit vorhanden ist, daß der Bach seine Sohle tiefer grabe, muß der Wehrbau zu seiner Sicherheit noch mit eingebauten Grundschwellen verbunden werden. Die Grundschwellen werden senkrecht auf den Stromstrich in die Bachsohle gelegt, bestehen aus ein bis zwei Stämmen und sind mit dem Grundbau des Wehres verbunden. Anstatt der Grundschwellen kann auch ein Stichbett, d. i. eine Abdielung von Stangen, mit Vortheil angewendet werden. Die Stangen werden parallel zu dem Wehrbaum auf Grundschwellen, wozu auch Verlängerungen der untersten Zangenhölzer verwendet werden können, befestigt. Das Stichbett muß jedoch unter das Niveau des kleinsten Wasserstandes und nicht horizontal, sondern schief in den Grund hineingeführt werden. Es genügt, wenn das Stichbett eine Breite von 1—2 m erhält.

Zu den Wandbäumen benützt man Baustämme, die bei einer Länge von 13 m noch einen Durchmesser am schwachen Ort von 20—28 cm besitzen und deren Massengehalt zwischen 0·75—1·09 fm³ schwankt, während zu den Querhölzern schwache Bauhölzer mit einer Masse von 0·50—0·74 fm³ genügen. Für die Wehrnägel * ist Lärchenholz das entsprechendste Material. Der Raum zwischen der Wand und dem Ufergelände wird nach vollendeter Ausführung des Baues mit Steinen oder Geschieben, d. i. mit dem sogenannten Ausschwermateriale, ausgefüllt oder ausgeschwert, und wird, damit dieses Material

* Siehe §. 277, Punkt 9 und 10.

bei einer allfälligen Unterspülung der Wand nicht nachrollen kann, der Wehrbau im Grunde, und zwar auf den im Grundbaume eingelassenen Querhölzern mit Stangen überdielt. Die Dielung, auf der das Schwermaterial aufruht, heißt Schwerboden. Fig. 127 zeigt die vordere Ansicht und den Querschnitt eines einfachen Holzwehres und a die im vergrößerten Maßstabe ausgeführte Verbindung der Inschlösser mit den Wandbäumen. In dieser Darstellung sind weiters b die Wandbäume, c die Inschlösser, die zur Verminderung einer nachtheiligen Schwächung der Wandbäume nicht unmittelbar übereinander angebracht werden dürfen, d ist die Ausfüllmasse oder Ausschwer, e der Schwerboden und durch f sind die Holznägel angedeutet.

Das Material- und Arbeitserforderniß eines 15 m langen, 3—10 Ring hohen einfachen Holzwehres enthält die Tabelle XXXVIII.

§. 195. Das Doppel- oder Kastenwehr.*

Ist das zu verbauende Uferstück bereits in so hohem Grade angegriffen und angebrochen, daß es durch ein einfaches Wehr nicht mehr genügend versichert werden könnte, oder ist der Einfluß des Stromstriches auf eine bestimmte Uferpartie ein sehr bedeutender, dann wird statt eines einfachen Wehres ein doppeltes (Doppelwehr) erbaut. Dasselbe besteht aus zwei parallelen Wandungen mit einer inneren lichten Weite von 1·5—2 m, welche in der gleichen Weise wie beim einfachen Wehr durch Querhölzer oder Inschlösser untereinander verbunden sind. Auch beim Doppelwehr wird der Boden im Niveau des Grundbaumes mit Stangen abgedielt und der leere Raum zwischen den beiden Wandungen, desgleichen auch jener, der allenfalls zwischen der Rückwand und dem Ufer vorhanden sein sollte, mit Steinen und Geschiebe (Ausschwere) ausgefüllt. In Lagen, wo das Wehr von einem Hochwasser überflutet werden könnte, wird zur Umgehung einer Ausspülung des Füllmaterials die Krone des Wehres mit größeren Steinen abgepflastert, in welchem Falle den beiden Wandungen eine gleiche Höhe gegeben wird, während sonst bei der Rückwand der oberste Ring oder Wandbaum entfallen kann. Fig. 128 ist die vordere Ansicht und der Querschnitt eines 7 Ring hohen Doppelwehres, wobei a die vorderen, b die rückwärtigen, zugleich schwächeren Wandbäume, c die Inschlösser, d die Wehrnägel, e den Schwerboden und f die Ausschwer bedeutet.

Wenn ein doppeltes Wehr unmittelbar vom Stromstriche getroffen wird und demnach eine Auskolkung des Vorfeldes mit Sicherheit zu erwarten steht, dann wird dasselbe wie beim einfachen Wehr mit einem Stichbett versehen, beziehungsweise parallel zur Wehr auf eine Breite von 1—2 m, auch noch darüber hinaus abgedielt. Die Unterlaghölzer bilden dann gleichzeitig Inschlösser des Werkes, beziehungsweise man läßt die untersten Zangenhölzer auf die entsprechende Länge hervorragen. An Stellen, wo das Wehr gebrochen, d. h. unter einem Winkel geführt werden soll, oder wo wegen bedeutender Länge ein Ring aus mehreren Stämmen gebildet wird, werden die anstoßenden und einen Ring bildenden Wehrbäume aufeinander geplattet und durch einen Wehrnagel befestigt.

Die Tabelle XXXIX enthält das Material- und Arbeitserforderniß eines 15 m langen, 3–10 Ring hohen Doppelwehres, wobei für die Rückwand der oberste Ring- oder Wandbaum, desgleichen auch eine Abpflasterung der Wehrkrone nicht projectirt ist. Soll

* Uferarchen.

letztere, sowie die gleich hohe Ausführung der beiden Wände platzgreifen, so ist der in der Tabelle als erforderlich ausgewiesene Aufwand um einen kleinen Baumstamm und um 0·15—0·20 Tagschicht per m² Pflasterfläche für die Abpflasterung zu erhöhen.

§. 196. Uferschutzbauten aus Stein.

Gegenüber den Holzbauten haben die Steinbauten den Vorzug der längeren Dauer, vorausgesetzt, daß sie an der richtigen Stelle und in entsprechender Weise ausgeführt worden sind, und daß auch für deren Erhaltung stetig vorgesorgt wird. Speciell bei einem Steindamm mit Faschinenbettungen und Steinwurf und bei Kiesdämmen mit Bruchsteinpflaster muß auch der kleinste Schaden sofort ausgebessert werden, weil sonst der Eintritt einer umfangreichen Beschädigung an den Objecten zu erwarten steht. Steinbauten empfehlen sich:

1. an Bächen mit mäßigem Gefälle;
2. dort, wo das erforderliche Steinmaterial in genügender und entsprechender Menge billig zu beschaffen ist, wo also ein Steinbau verhältnißmäßig billiger als ein Holzbau zu stehen kommt;
3. dort, wo genügende Geldmittel zur Verfügung stehen, und
4. dort, wo von einem Objecte ein bedeutender Grad von Festigkeit und Dauerhaftigkeit verlangt wird, wo also der Einsturz oder schon eine theilweise Zerstörung desselben zur Entstehung umfangreicher Nachtheile führen könnte.

Nachdem Sohlenveränderungen, Unterspülungen, theilweise Auskolkungen u. dgl. m. einem Steinwerke beträchtliche Nachtheile zufügen können, so müssen diese entweder bis auf den festen und unverrückbaren Untergrund hinabgeführt oder auf einen den örtlichen Bodenverhältnissen entsprechenden Grundbau gestellt werden.

Bei den gewöhnlichen Bachverbauungen wird entweder ein liegender Rost mit zwei Grundbäumen oder ein stehender (Pfahlrost) mit einem oder zwei auf Piloten ruhenden Grundbäumen angewendet. Bevor wir daher auf das eigentliche Wesen der unterschiedlichen Steinwerke eingehen, sollen zuerst die bekannten Formen des Grundbaues bei Uferschutzbauten besprochen werden.

§. 197. Der liegende Rost.

Der liegende Rost wird in der Weise hergestellt, daß zunächst auf den ausgehobenen und geebneten Grund 1—1·5 m lange Querhölzer in Entfernungen von je 2 m eingelegt werden. Diese Querhölzer sind an zwei Seiten zu bezimmern und dienen den zwei Lang- oder Grundschwellen als Unterlage, mit denen sie durch entsprechend lange Eisen- oder Holznägel verbunden sind. Zur Erzielung einer weiteren Festigkeit des Rostes, beziehungsweise der Lang- und Querschwellen werden jene überdies noch durch 40 cm lange Eisenklammern untereinander verbunden. Der Raum zwischen den Quer- und Langschwellen wird mit Steinen verkeilt oder abgepflastert.

Die Herstellung eines 15 m langen und 1 m breiten liegenden Rostes erfordert an Material:

2 Stück große Lärchenbaustämme mit 3·0 fm³ zu den zwei Grundbäumen (Grundschwellen);

0·5 Stück mittlere Baustämme à 1·0 fm³, daher 0·5 fm³ zu den 7 Stück 1 m langen Querhölzern;

14 Stück eiserne Nägel, das Stück im Gewichte zu 1 kg, zur Verbindung der Querhölzer mit den Grundschwellen;

5 Stück Eisenklammern zur Verbindung der zwei Grundbäume;

3 m³ Klaussteine zur Auspflasterung des Raumes zwischen den Querhölzern.

Arbeitserforderniß.

Für die Aushebung des Grundes in einer Länge von 15 m, einer Breite von 1 m und einer Tiefe von 0·5 m, d. i. 7·5 m³ à 0·6 Tagschicht = ... 4·5 Tagschichten

Für die zweiseitige Bezimmerung der zwei Grundbäume und der 7 Stück Querhölzer, zusammen 37 m à 0·1 Tagschicht = ... 3·7 „

Für Legung der zwei Grundbäume, deren Befestigung mit den 7 Querhölzern, für die Auspflasterung des Raumes zwischen diesen mit Klaubsteinen einschließlich des Sammelns und Zutragens der Steine . . . . . 15·0 „

Gesammtaufwand . . 23·2 Tagschichten

Es fordert daher der laufende Meter einen Aufwand von 1·546 oder 1·6 Tagschichten im Runden, kann aber unter sehr ungünstigen Verhältnissen bis zu 2 Tagschichten gesteigert werden.

§. 198. Der stehende Rost mit einem Grund- oder Kappbaum und Faschinenbettung.

In den ausgehobenen Grund werden in einer Reihe, und zwar in Entfernungen von je 2 m Piloten eingeschlagen und darauf der Grund- oder Kappbaum (Kronschwelle) aufgezapft. Unter den Kappbaum kommt eine 2—3 m breite Lage von circa 30 cm dicken und gebundenen Faschinen zu liegen, die durch 4 Stück 16 cm starke Wippen* oder Stangen niedergehalten und noch überdies durch 70 cm lange Wippennägel aus Holz im Boden befestigt werden.

Fig. 129 ist die Ansicht und der Durchschnitt eines Kiesdammes mit Steinpflasterung und einem stehenden Rost von der eben beschriebenen Art: a ist die rückseitige Kieshinterfüllung, b das Steinpflaster, c der Kappbaum, d die Faschinenlage, e sind die Wippen, f die Wippennägel, g die Piloten und h die Pilotenschuhe.

Die Herstellung eines 15 m langen stehenden Rostes mit einem Kappbaum und einer 3 m breiten Faschinenbettung erfordert an Material:

1 großen Baumstaum (Lärchenholz) für den Kappbaum oder die Kronschwelle mit 1·5 fm³;

½ Stück eines mittleren Baumstammes à 1 fm³, daher 0·8 fm³ zu den Piloten, die in Entfernungen von je 2 m geschlagen werden, daher für die Theilstrecke von 15 m 7½ Piloten zu je 1·5 m Länge;

52 Stück Normalfaschinen, 3 m lang und mit einem Durchmesser von circa 30 cm (die gebundenen Faschinen erfordern daher per Stück 0·2 rm³ Faschinenmaterial);

4 Stück große Stangen** à 0·2 fm³ zu 60 Längenmeter Auflagstangen;

150 Stück 70 cm lange Wippennägel (Spickpfähle) aus schwachen Stangen;

7½ Stück Pilotenschuhe und Nägel.

* Wippen sind aus Faschinenmaterial erzeugte dünne und fest gebundene Walzen.

** Wenn anstatt der Auflagstangen Wippen verwendet werden, so entfällt der Bedarf an Stangen.

Arbeitsaufwand.

Das Anfertigen, Spitzen, Beschuhen und Schlagen der Piloten erfordert à Stück 1·15 Tagschichten, daher für 7½ Stück . . . . . 8·6 Tagschichten
das Bezimmern des Kappbaumes auf zwei Seiten, per Längenmeter 0·04 Tagschicht . . . . . 0·6 Tagschicht
das Einlegen des Kappbaumes und dessen Aufzapfung auf die Piloten 2·0 Tagschichten
die Gewinnung der Faschinen in nächster Nähe, das Zutragen und Abbinden derselben einschließlich der Erzeugung der Wippennägel 7·0 „
das Einbetten der Faschinen einschließlich der erforderlichen Befestigung mit 4 Stück Wippen und der Wippennägel . . . . . 2·0 „
die Grundaushebung in einer Länge von 15 m, einer Breite von 3 m und einer Tiefe von 70 cm, d. i. 31·5 m³ à 0·4 Tagschicht 12·6 „

Gesammtaufwand . . 32·8 Tagschichten

Somit berechnet sich das Arbeitserforderniß für den laufenden Meter auf 2·18 Tagschichten, wobei jedoch die Grundaushebung mit dem zulässig geringsten Ausmaß in Rechnung gezogen ist.

Der stehende Rost mit Faschinenbettung beansprucht dagegen, wenn letztere 1 m unter die Normalsohle gelegt wird, ein Erforderniß per laufenden Meter von rund 2·5 Tagschichten.

Erhält die Faschinenbettung in der Tiefe von 70 cm nur eine Breite von 1·5 m, was unter so manchen Verhältnissen genügen dürfte, so ist das Erforderniß per Längenmeter 2·0 Tagschichten und werden in diesem Falle nur 2 Stangen zu Wippen, 75 Stück Wippennägel und 26 Stück Normalfaschinen benöthigt werden.

§. 199. Der stehende Rost aus einem pilotirten Grundbaum ohne Faschinenunterbettung.

Diese Art von Rost wird häufig bei Steindämmen mit Faschineneinlagen angewendet; es muß aber dann die unterste Lage derselben in das Niveau des Grundbaues zu liegen kommen. Die Piloten werden in Entfernungen von je 2 m geschlagen, und da auf einen solchen Rost nur mehr untergeordnete Objecte gestellt werden, so genügt eine Einschlagstiefe von 1 m.

Die Herstellung eines 15 m langen Rostes, bestehend aus einem einfachen pilotirten Grundbaum, erfordert an Material:

1 großen Baumstamm oder 1·5 fm³ zum Grundbaum,
½ mittleren Baumstamm oder 0·5 fm³ zu den Piloten,
7½ Pilotenschuhe.

Arbeitsaufwand.

Das Herrichten und Einschlagen der Piloten auf eine Tiefe von 1 m mittelst Schlagwerkes erfordert à 1 Tagschicht = ... 7·5 Tagschichten
das Bezimmern des Grundbaumes (roh) auf zwei Seiten per laufenden Meter 0·04, daher für 15 m . . . . . 0·6 Tagschicht
das Legen und Verzapfen des Grundbaumes mit den Piloten . . . 2·0 Tagschichten
die Aushebung des Grundes in einer Länge von 15 m, einer Tiefe von 0·4 m und einer Breite von 1 m, d. i. für 6 m³ à 0·4 Tagschicht . . . . . 2·4 „

Gesammtaufwand . . 12·5 Tagschichten

Es berechnet sich somit für den laufenden Meter 0·83 Tagschicht Arbeitserforderniß.

Will man bei dieser Art von Rost ein Nachsitzen des Steinwerkes vermeiden, welches leicht durch eine Unterspülung hervorgerufen werden könnte, so sind an der Rückseite der Piloten, und zwar unterhalb des Grundbaumes zwei Reihen Bohlen oder Schwarten anzunageln. Das Mehrerforderniß an Material ist sodann: 5 Stück 6 m lange Schwarten und 30 Stück eiserne Brettnägel, während der Arbeitsaufwand sich per laufenden Meter um 0·05 Tagschicht höher stellen wird.

§. 200. Der stehende Rost mit zwei Grundbäumen.

In Entfernungen von je 1 m werden in den ausgehobenen Grund in zwei Reihen abwechselnd Piloten gerammt, so zwar, daß die Distanz der Piloten in jeder Reihe untereinander 2 m beträgt. Auf jede der Pilotenreihen wird dann ein Grundbaum aufgezapft. Die beiden Grundbäume werden mit 40 cm langen Eisenklammern untereinander verbunden, während der Zwischenraum wie bei dem liegenden Roste mit Steinen ausgepflastert wird.

Fig. 130 ist die Ansicht, ein Quer- und Längenschnitt einer Quadermauer auf einem stehenden Rost mit zwei Grundbäumen: a sind die Piloten des rückwärtigen, b jene des vorderen Grundbaumes, c sind die zwei Grundbäume, d die Eisenklammern und e die Eisennägel, mittelst welcher die Grundbäume auf die Pilotenköpfe genagelt worden sind. Die Entfernung der beiden Grundbäume oder die innere lichte Weite des Zwischenraumes beträgt 10 – 20 cm und wird von der Größe der unteren Quadern bedingt.

Die Herstellung eines 15 m langen stehenden Rostes mit zwei Grundbäumen erfordert an Material:

2 große Baumstämme oder 3·0 fm³ zu den zwei Grundbäumen (Lärchenholz);
2 mittlere Baumstämme oder 2·0 fm³ zu den 15 Stück Piloten;
15 Stück Pilotenschuhe à 2½ kg Gewicht sammt den erforderlichen Nägeln;
15 „ 15 cm lange Eisennägel zur Befestigung der Piloten mit den Grundbäumen;
7 „ 40 cm lange Eisenklammern zum Verbinden der zwei Grundbäume;
3 m³ Klaubsteine.

Arbeitserforderniß.

Die Grundaushebung in einer Länge von 15 m, einer Breite von 1 m und bis zur Tiefe von 0·5 m erfordert für 7·5 m³ à 0·6 Tagschicht . . . . . 4·5 Tagschichten
die Herrichtung der zwei Grundschwellen und deren Bezimmerung auf beiden Seiten à Längenmeter 0·1 Tagschicht . . . . . 3·0 „
das Aufschneiden der mittleren Baustämme zu 15 Stück 2 m langen Piloten, das Zuspitzen, Beschuhen und Kränzen derselben à Stück 0·2 Tagschicht . . . . . 3·0 „
das Einschlagen der 15 Stück Piloten mittelst der Schlagmaschine auf eine Tiefe von 2 m sammt Ueberstellung des Rüstwerkes für die Schlagmaschine . . . . . 30·0 „
das Abschneiden der Piloten im gleichen Niveau über dem Grunde mittelst der Pilotensäge à 0·2 Tagschicht . . . . . 3·0 „
das Legen der beiden Grundbäume, deren Aufzapfung auf die Piloten, das Annageln mittelst Nägel, endlich die Auspflasterung des Zwischenraumes mit Klaub- oder Bruchsteinen . . . . . 10·0 „

Gesammtaufwand . . 53·5 Tagschichten

oder für den laufenden Meter 3·566 Tagschichten.

Welche Art von Rost in einem gegebenen Falle zu wählen sei, ohne einerseits den Aufwand unnützerweise zu erhöhen oder andererseits die Sicherheit des Objectes in Frage zu stellen, darüber entscheidet die Beschaffenheit des Untergrundes und zum Theil auch die Dimension des Objectes. Im festen Boden wird der liegende Rost angewendet, in einem lockeren und der Veränderung ausgesetzten Bachgerinne muß dagegen zu einem stehenden Roste gegriffen werden. Die Anlage eines größeren Steinbaues ohne Fundirung mittelst eines Rostes ist nur auf einem felsigen Grunde zulässig. Der stehende Rost mit zwei pilotirten Grundschwellen wird wohl nur bei Quaderwerken von namhafter Höhe in Anwendung kommen.

§. 201. Der Steinwurf.

Der Steinwurf besteht in einem mehr oder minder großen Haufen von Klaub- oder Bruchsteinen, die zum Schutze einer Uferböschung an deren Fuße entweder lose zusammengeworfen oder nach einem bestimmten Profile gelagert werden. Das hiefür erforderliche Material kann entweder dem Bachbett entnommen oder in einem Steinbruche gebrochen und zur Stelle überführt werden. Gewöhnlich verbindet man mit der Herstellung eines Steinwurfes eine gleichzeitige Räumung des Bachbettes. Zu einem Steinwurfe dürfen indeß nur große und massige Steine genommen werden, denn nur ein solches Material vermag den Hochfluten einen entsprechenden Widerstand entgegenzustellen, während kleine Steine sofort hinweggespült werden.

Die Anlage eines Steinwurfes dient entweder:

a) zum Schutze eines bestehenden Objectes gegen Unterspülung, in welchem Falle er einen Grundbau ersetzen soll, oder

b) als directer Uferschutz.

In beiden Fällen wird er nur dann hinreichenden Schutz gewähren, wenn die vom Hochwasser hinweggeführten oder abgerollten Steine sofort durch neue ersetzt werden, d. h. es muß ein Steinwurf unausgesetzt in dem nothwendigen Umfange erhalten werden.

Die Anlage eines Steinwurfes empfiehlt sich speciell:

a) für provisorische Bauten;

b) in Bächen mit mäßigem Gefälle entweder als Uferschutzbau oder zur Sicherung bestehender Objecte;

c) in Bächen, deren Sohle noch fortgesetzten Veränderungen unterliegt, welche einen losen Steinwurf nicht gefährden können, während derselbe fort und fort die seitliche Unterspülung der Uferböschungen hintanhalten wird, und

d) in Bächen, die nur in einem beschränkten Maße dem Triftbetriebe zu dienen haben und wo gleichzeitig das erforderliche Steinmaterial im Bachbette gewonnen werden kann, ohne daß durch Entnahme der großen Rollsteine eine Sohlenvertiefung angeregt oder gefördert wird.

Die Herstellung eines m^3 Steinwurfes ohne Lagerung der Steine erfordert, wenn das nöthige Material in nächster Nähe dem Bachbette entnommen werden kann, 0·3—0·4 Tagschicht, während sich der Aufwand auf 0·4—0·5 Tagschicht erhöht, wenn die Steine theilweise gelagert werden müssen.

Sollen die Steine dagegen nach einem bestimmten Profile gelegt und an der äußeren Oberfläche pflasterartig ausgeglichen werden, so erfordert 1 m^3 Steinwurf von dieser Beschaffenheit 1·17 m^3 Bruchstein und einen Arbeitsaufwand von 0·5—0·7 Tagschicht.

§. 202. Steindämme mit Faschineneinbettungen.

Steindämme mit Faschineneinbettungen sind strenge genommen regelmäßige, mit einem bestimmten Profil errichtete Steinwürfe, die in Zwischenlagen ausschlagfähiges Faschinenmaterial erhalten, welches sodann durch sein Austreiben und seine Bewurzelung zur Befestigung des ganzen Baues beiträgt. Mit dem Baue eines solchen Steindammes wird in der Weise vorgegangen, daß zunächst der Grund für den Steindamm geebnet und sodann mit einer Lage von Faschinenmaterial überdeckt wird; auf die mit den Spitzen gegen den Bach gelegten Faschinen kommt eine Steinlage, worauf eine Schichte Erde zur Ausfüllung der Fugen und Zwischenräume, dann wieder eine Lage von Faschinen u. s. f.

Selbstverständlich erhalten solche Steindämme eine Böschung, gewöhnlich 1 : 2, und wird dieselbe um so flacher angelegt werden müssen, je ungünstiger das verfügbare Steinmateriale ist, d. h. wenn nur minder lagerhafte oder kleine Steine zur Verfügung stehen. Durch flache Böschungen wird, wie bereits bemerkt, die Wirkung des Stromstriches mehr nach der Mitte, also von den Wehren abgeleitet und damit deren Beschädigung und Abnützung auf das zulässig geringste Maß eingeschränkt. Die Rückseite erhält, wenn sich der Bau nicht allenfalls an die natürliche Uferböschung anlehnen kann, eine Hinterfüllung von Kies und Bachgeschiebe als Verstärkung, in welchem Falle sodann die Faschinen durch den ganzen Dammkörper hindurch zu führen sind, so zwar, daß auch die Landseite des Dammes durch das antreibende Faschinenmaterial befestigt wird.

Bei Herstellung des Steinkörpers ist darauf zu achten:

a) daß die größten und lagerhaftesten Steine in den untersten oder den Grundlagen zur Verwendung kommen;

b) daß die Steine möglichst mit ihrer größten Dimension in das Innere des Dammkörpers gelegt werden, und

c) daß die einzelnen Stein- und Faschinenlagen nicht horizontal, sondern senkrecht auf die Richtung der dem Wasser zugekehrten Böschungslinie gestellt werden.

Mit gut angelegten Steindämmen kann auf untergeordneten Triftbächen mit mäßigem Gefälle, wo also die Ufer unter dem Stromstrich und dem Stoße der Trifthölzer nicht viel zu leiden haben, ein dauernder Uferschutz erzielt werden.*

Zudem erheischt ein solcher Schutzbau einen verhältnißmäßig geringen Kostenaufwand, da hiezu ausschließlich die im Bachbett vorhandenen Steine verwendet werden können, derart, daß das Mehrerforderniß an Arbeit gegenüber einem einfachen Steinwurf nur in der Gewinnung und Beibringung des erforderlichen Faschinenmaterials beruht; dagegen ist die Dauer und Widerstandsfähigkeit eines Steindammes mit Faschineneinlagen eine weit höhere, als jene eines gewöhnlichen Steinwurfes.

Die Herstellung von einem m³ Steindamm erfordert einschließlich des Gewinnens und Beischaffens des erforderlichen Faschinenmaterials 1·5—1·7 Tagschichten. Gestatten es die Mittel, einen solchen Steindamm auf einen Rost oder zum mindesten auf einen Grundbaum zu stellen, so wird dessen Dauerhaftigkeit und Sicherheit noch wesentlich erhöht.

---

* Steindämme mit Faschineneinlagen wurden vom Verfasser mit Vortheil an einem Bache im k. k. Verwaltungsbezirke Hinterberg angewendet.

Ein 15 m langer Steindamm mit Faschineneinlage auf einem pilotirten Grundbaum, 1·4—1·5 m hoch, an der Basis 2 und an der Krone 1 m breit, erfordert an Material:

1 mittleren Baumstamm mit 1·0 fm³ zum Grundbaum,
0·5 mittleren Baumstamm oder 0·5 fm³ zu den Piloten,
7·5 rm³ Faschinenmaterial,
7—8 Eisennägel,
7—8 Pilotenschuhe,
27—30 m³ Klaub- oder Bachsteine.

Arbeitserforderniß.

Das Erzeugen der Piloten, das Einschlagen derselben bis zur Tiefe von 1 m, das Zuzimmern des Grundbaumes, die Gewinnung der Steine und Faschinen, deren Beschaffung an die Baustelle, endlich die Herstellung des Dammes erfordert 58 Tagschichten oder per laufenden Meter 3·87 Tagschichten.

§. 203. Steindämme mit Holzeinbauten.

Die Steindämme mit Holzeinbauten werden in Oberösterreich häufig am Traunflusse angetroffen; sie sind aber mit Rücksicht auf ihre Dauer viel zu kostspielig und daher für einfache Triftbäche nicht zu empfehlen.

Die Herstellung eines 15 m langen Uferschutzbaues nach Fig. 131 erfordert an Material:

27·5 m	26 cm	starkes	Holz	1·46 fm³
75·0 „	36·8 „	„	„	8·05 „
68·0 „	30·0 „	„	„	4·84 „
9·3 „	24·1 „	„	„	0·42 „
7·2 „	18·4 „	„	„	0·19 „
180 „	13 „	„	„	2·40 „
				17·36 fm³

10 Stück 6 m lange und 65 mm starke Bohlen,
23 m³ Klaubsteine.

Arbeitserforderniß.

27·5 m zweiseitig behauen à 0·08 Tagschicht	2·20	Tagschichten
75·0 „ 26/26 cm stark, vierseitig behauen à 0·13 Tagschicht	9·75	„
68·0 „ 18/24 „ „ „ „ à 0·09 „	6·12	„
9·3 „ 16/18 „ „ „ „ à 0·06 „	0·56	Tagschicht
7·2 „ 13/13 „ „ „ „ à 0·05 „	0·36	„
15 m³ Eindielung mit 65 mm starken Bohlen à 0·25 „	3·75	Tagschichten
36 m³ Pflasterung mit theilweiser Zurichtung der Steine à 0·3 Tagschicht	10·80	„
23 m³ Klaubsteine sammeln, dann das Ausfüllen der Kästen à 0·8 Tagschicht	18·40	„
	51·94	Tagschichten

oder per laufenden Meter 1·15 fm³ rohes Holz, 4 m 25 cm breiter und 65 cm starker Bohlen, 1·53 m³ Klaubsteine und 3·46 Tagschichten.

§. 204. Kies- oder Steindämme mit Faschinencinlagen auf einem pilotirten Grundbaum und einfacher Bretterverschalung.

Wird der Kies- oder Steindamm auf einen pilotirten Grundbaum gestellt und der letztere durch eine Verschalung gegen Unterspülung geschützt, so berechnet sich das Arbeitserforderniß für die einzelnen Leistungen folgendermaßen:

1. Die allfällige Grundausgrabung im grobsteinigen Schotterboden, wobei das Material für die Andämmung seitlich aufbewahrt werden soll, während gleichzeitig die größeren Steine auszuklauben und auf geeignete Plätze zu überführen sind, erfordert per m^3 0·30 Tagschicht für das Ausheben, 0·12 Tagschicht für das Sortiren und Schlichten der Steine und 10% an Requisitenabnützung.

2. Durch Fundamentaushebung gewonnenes Material oder, wenn dieses nicht zureichen sollte, das dem Bachbette entnommene circa 50 m weit verführen, nach dem bestimmten Profile auftragen und feststampfen, wobei in Schichten von 25—30 cm frische Weidenfaschinen einzulegen sind, einschließlich der Gewinnung und Beiführung dieser auf eine verglichene Entfernung von 50 m erfordert per m^3 0·25 Tagschicht für die Anschüttung und das Feststampfen, 0·05 Tagschicht für die Faschinenbeistellung und 5% für Requisitenabnützung und Aufsicht.

3. Die Böschung ist nach der Wasserseite mit einer 30 cm starken bindigen und dichten Steinpflasterung gegen die Einwirkung des Wassers und Triftholzes zu schützen, und es erfordert die Herstellung der Pflasterung einschließlich des Beitragens der Steine per m^3 0·3 Tagschicht und 10% für Requisiten und Aufsicht.

4. 1 Stück 25 cm starke und 1·5 m lange Pilote herrichten, spitzen und beschuhen erfordert 0·2 Tagschicht und das Schlagen auf eine Tiefe von 70 cm mit dem Handschlägel 0·8 Tagschicht. Der Holzbedarf ist 1·75 m langes, 25 cm starkes Rundholz gleich 0·085 fm^3.

5. Das vierseitige Bezimmern, Herrichten und Legen des 25/25 cm starken Grundbaumes erfordert per laufenden Meter 0·066 Tagschicht und 1 m 35 cm-starkes Rundholz mit 0·1 fm^3.

6. Die Piloten rückwärts verschalen, und zwar bis zu einer Tiefe von 1 m mit 50 mm starkem Ladwerk erfordert per m^3 0·05 Tagschicht und 4 m 25 cm breite und 50 mm dicke Bohlen.

§. 205. Kies- oder Erddämme mit Bruchsteinpflaster (Fig. 129).

Wenn Kies- oder Erddämme als Parallelwerke Verwendung finden sollen, so muß die dem Wasser zugekehrte Böschung mit Bruchsteinen abgepflastert und der Fuß des Dammes gegen Unterspülung entweder durch einen hinreichenden Steinwurf oder durch einen Rost geschützt werden. Kies- oder Erddämme erhalten nach der Wasserseite bei mäßiger Höhe eine Böschung von 1 : 2, bei größerer Höhe von 1 : 1½, während auf der Landseite eine solche von 1 : 1 genügt. Die Pflasterung soll aus möglichst großen Bruchsteinen — die im Bache vorfindlichen Kugelsteine empfehlen sich nicht — ausgeführt werden und müssen die Steine wie beim Straßenpflaster auf den Sturz gestellt werden; denn die flachliegenden Steine würden vom Wasserstrom und in einem noch höheren Grade von den Triftlhölzern leicht aus dem Lager gehoben und herausgerissen werden. Von Wesenheit ist bei den Kies- oder Erddämmen eine entsprechende Sicherung des Fußes

gegen den Angriff des Wassers, indem schon geringfügige Unterspülungen den Einsturz, beziehungsweise das Nachsinken des Dammkörpers herbeiführen können. Das Nöthige erreicht man entweder durch einen einfachen Steinwurf oder durch einen Rost. Selbstverständlich entfällt die Anlage eines Dammes, wenn das vorhandene natürliche Ufer benützt werden kann. In diesem Falle braucht das letztere nur in der erforderlichen Weise abgeböscht und dann abgepflastert zu werden.

Wenn das Pflaster nicht durch einen Rost genügend geschützt werden kann, so ist es unter die Normalsohle bis auf einen festen Untergrund hinabzuführen und noch überdies durch einen vorgelegten Steinwurf zu schützen. Das Pflaster erhält eine Dicke von 30 cm und ist bis zu der Triftwasserlinie mit großen Steinen, bis zur Hochwassergrenze dagegen mit kleinen Steinen auszuführen, und erst darüber hinaus kann anstatt der Pflasterung ein Rasenbelag zur Deckung der Uferböschung Verwendung finden. Ein gut angelegtes Böschungspflaster mit einem hinreichenden Steinwurfe aus großen Steinen wird mit Rücksicht auf seine Haltbarkeit und Dauer in jeder Richtung entsprechen, wenn der betreffende Bach derart regulirt werden kann, daß der Stromstrich in die Mitte des Bachprofils fällt, wodurch auch die Ufer in keinem so hohen Grade vom Triftholze getroffen werden können.

Die Herstellung eines m^3 Böschungspflaster erfordert einschließlich einer Kiesbettung — wenn die Pflasterung auf eine erdige Böschung gelegt werden soll — 0·35 m^3 Bruchsteine und einen Arbeitsaufwand von 0·2—0·3 Tagschicht, ohne Gewinnung und Zulieferung der Bruchsteine. Ein m^3 Kiesdammherstellung oder Hinterfüllung des Bruchsteinpflasters erfordert, unter der Voraussetzung, daß das hiefür erforderliche Material (Geschiebe) in nächster Nähe des Objectes dem Bache entnommen werden kann, einschließlich des Feststampfens der Anschüttung nach dem gegebenen Profile 0·7—0·8 Tagschicht.

§. 206. Steindämme aus behauenen Steinen (Quaderwerke, Fig. 130).

Wenn ein Quaderwerk entsprechend ausgeführt und gut fundirt wurde, so ist ein solcher Bau für immerwährende Zeiten benützbar und gewährt auch den höchsten Grad von Sicherheit. Trotz dieser vorzüglichen Eigenschaft werden wegen der Kostspieligkeit eines solchen Baues nur sehr wichtige Objecte aus Quadern hergestellt.

Von den forstlichen Betriebsbauten sind zunächst die Rechengebäude, die Schwellwerke und Brückenköpfe diejenigen Objecte, bei denen Quaderwerke mit Vortheil in Anwendung kommen, während dies nur in einem ganz untergeordneten Maße bei Uferschutzbauten der Fall sein wird. Quaderwerke müssen stets auf einen Rost gestellt werden, es wäre denn, daß das aus Quadern herzustellende Object auf einem festen und felsigen Grund ausgeführt werden könnte.

Uferschutzwerke aus Hausteinen oder Quadern bestehen aus einer Lage von Steinen, die unter einem Anzuge von einem Fünftel der Höhe auf den Rost oder zugerichteten Grund zu stellen und untereinander mittelst Eisenklammern zu verbinden oder in Cement zu legen sind. Die einzelnen Lagen der Quadersteine können nach aufwärts an ihren Stärkedimensionen abnehmen und erhalten entweder eine Bruchsteinhintermauerung oder eine Geschiebehinterfüllung.

Den erforderlichen Material- und Arbeitsaufwand für die Herstellung eines Quaderwerkes ohne Rost, dann mit einem liegenden und stehenden Rost enthalten die Tabellen XL, XLI und XLII; die Tabellen XXXIV bis XLII umfassen den Arbeitsauf-

wand unter mittleren Verhältnissen; es unterliegt daher dieses Ausmaß Schwankungen innerhalb gewisser Grenzen, denen die Zusammenstellung für die gewöhnlichen Schutzbauten Tabelle XLIII theilweise Rechnung tragen soll.

§. 207. Die Buhnen- oder Spornbauten.

Die Buhnen oder Sporne werden, von einem Ufer ausgehend, entweder senkrecht auf den Stromstrich gestellt oder sie erhalten eine schiefe Stellung gegen den Stromstrich stromauf- oder stromabwärts und reichen je nach Erforderniß mehr oder minder weit in das Bachbett hinein. Die Richtung der Buhnen wird die Streichlinie, die Anbindungsstelle in das Ufergelände die Wurzel und das im Bachbette liegende Ende des Sporns der Kopf genannt.

Mit Rücksicht auf die Stellung der Buhnen und den dadurch angestrebten Erfolg der Anlage unterscheiden wir:

a) Schutzbuhnen (Streich- oder Ablenkungsbuhnen), d. h. Einbauten, die lediglich zum Schutze einer bedrohten oder angegriffenen Uferstelle erbaut werden;
b) Treibbuhnen oder Spornbauten, mittelst deren die Beseitigung von Geschiebeablagerungen, Schotterbänken oder die Verlegung des Stromstriches nach dem gegenüberliegenden, beispielsweise felsigen Ufer bezweckt wird, und
c) Fang- oder Verlandungsbuhnen, mittelst deren eine Verlandung und Einengung einer zu großen Bachbettbreite angestrebt wird.

Die Schutzbuhnen werden gewöhnlich senkrecht auf den Stromstrich, die Treibbuhnen stromabwärts und die Verlandungsbuhnen stromaufwärts gestellt; sie werden in der gleichen Art wie die Parallelwerke aus Faschinen, Holz oder Steinen in den verschiedensten Formen und Constructionen erbaut. Einen Werth haben Verbauungen mit Buhnen nur dann, wenn diese als ein vollständiges System, in welchem immer zwei und zwei einander gegenüber zu stellen sind, in Anwendung kommen. Sie bilden dann den Uebergang zu den Parallelwerken und werden mit dem Kopfe auf die normale Uferlinie, d. h. auf das neu zu bildende Ufer gestellt. Als einzelne Objecte sind sie nicht zu empfehlen und werden als solche in der Wirklichkeit nur in ganz besonderen Fällen verwendet, weil sie gewöhnlich den nachtheiligen Einfluß des Stromstriches von einer Stelle auf eine andere übertragen, auch sind Buhnenbauten für den Triftbetrieb von keinem günstigen Einflusse.

Die Streich- oder Schutzbuhnen erhalten eine Höhe von 0·5—0·6 m, die Treibbuhnen von 1·2—1·5 m über das Mittelwasser, während die Fangbuhnen 0·3—0·6 m hoch über den gewöhnlichen Niederwasserstand in ihrer ersten Anlage herzustellen sind und erst nach fortschreitender Verlandung emporgehoben oder erhöht werden müssen.

Wenn mittelst der Buhnen die Profilirung eines Baches erzielt werden soll, so wird der Kopf der Buhne mitunter noch mit Flügeln, die parallel zum Stromstriche verlaufen, verbunden, und stehen die letzteren auf der künftigen Uferlinie. Solche Buhnen nennt man dann Flügelbuhnen, während Fangbuhnen zur schnelleren Erreichung der angestrebten Verlandung mit Flechtzäunen und Traversen verbunden werden. Oft werden Buhnen auch mit Hochwasser- und Inundationsdämmen vereinigt. Die Buhnen werden dann paarweise in Entfernungen von 50—100 m gestellt und erhalten am Kopfe, der auf die normale Uferlinie gesetzt wird, eine geringere Höhe als an der mit dem Hochwasserdamme verbundenen Wurzel.

§. 208. Der Bau von Buhnen.

Von den Formen, in denen die Buhnen gewöhnlich erbaut werden, sollen die hervorragendsten kurz besprochen werden.

1. Der einfachste Bau einer Buhne besteht darin, daß eine oder zwei Reihen Pfähle längs des Umfanges des herzustellenden Querbaues geschlagen werden; diese werden dann mit Flechtwerk verflochten und mit Steinen oder Geschiebe gefüllt, wenn nicht allenfalls der Zweck schon mit einem einfachen Steinwurfe und einer Faschinenbettung erreicht werden sollte.

Ist Faschinenmaterial nicht vorhanden, so können die Pfähle auch mit minderwerthigen Schwarten oder Brettern verschlagen werden. Ein einfacher Steinwurf, 1—1·75 m lang und 0·6 m breit, erfordert per laufenden Meter einen Aufwand von 0·4—0·8 Tagschicht und ein buhnenartiger Steinwurf 0·8—2·4 Tagschichten. Eine Buhne, 1·2—1·5 m hoch, aus Kies mit Faschineneinlagen herstellen erfordert per m^3 einen Aufwand von 1·6 Tagschichten, und wenn anstatt Kies Bruchsteine als Bettungsmaterial benützt werden, berechnet sich das Arbeitserforderniß per m^3 mit 2·4 Tagschichten. Buhnen aus verflochtenem Pfahlwerk und mit Kiesfüllung erfordern per m^3 einen Aufwand von 1·1 Tagschichten und 0·03 fm^3 rohes Holz zu den Pfählen.

2. Buhnen aus Holz bestehen aus schiefgestellten Böcken, die nach der Wasserseite mit Bohlen verkleidet werden, oder es werden dieselben wie in Fig. 126 mit Halbbäumen verlegt und mit Steinen hinterfüllt. Die Buhnen erster Form erfordern bei einer Höhe der Verschalung von 1 m, einer Entfernung der Böcke von 3 m und unter der Voraussetzung, daß die Füße mindestens 0·5 m tief in den Boden gestellt werden, per laufenden Meter 0·75 Tagschicht und 0·13 fm^3 rohes Holz. Die Buhnen der zweiten Form sind nach Tabelle XXXVII zu berechnen. Eine dritte Art von Buhnen aus Holz sind Steinkästen nach Fig. 128, und wird der Kopf der Buhne öfter auf einige Piloten oder Grundpfähle gestellt. Eine solche Kastenbuhne herstellen und mit Steinen ausfüllen, ohne den Aufwand für das Schlagen der allfälligen Piloten, die getrennt zu berechnen wären, erfordert per m^3 2 Tagschichten und 0·6 fm^3 rohes, 24—27 cm starkes Holz.

Eine einfache, aber zweckmäßige Buhnenconstruction besteht auch in der Weise, daß man Rundholzstücke nahezu unter einem rechten Winkel kreuzt, wovon die eine Seite sodann senkrecht auf die Uferlinie, die andere parallel zu der letzteren, und zwar stromaufwärts zu stehen kommt. Der oberste Balken der zum Ufer parallelen Wand wird mit dem einen Ende auf die oberste Balkenlage der Rückwand gelegt, während das zweite Ende auf dem Boden der Bachbettsohle ruht, so daß dieser Balken eine gegen den Strom gerichtete schiefe Stellung erhält. In gleicher Weise ruhen auch die übrigen Balkenenden dieser Wand auf dem Boden und müssen nach abwärts an Länge abnehmen, so zwar, daß der Querschnitt dieser Wandung ein Dreieck, jener der Rückwand ein Rechteck bildet. Der Raum dieses schief abgeschnittenen Halbkastens wird mit Geschiebe gefüllt und an der Oberfläche abgepflastert.

Eine vierte Art von Buhnen, die aber mit mehr Vortheil auf dem Schuttkegel eines Wildbaches oder in einem Bache mit starker Geschiebeführung zu verwenden ist, haben wir in Fig. 132 dargestellt. Der Arbeitsaufwand schwankt per laufendem Meter bei einer Höhe von 1 m zwischen 1·0—1·3 Tagschichten und sind 0·16 fm^3 rohes, 20 cm starkes Rundholz erforderlich.

3. Buhnen aus Hausteinen oder Quadern werden wohl nur bei bedeutenden Flüssen in Anwendung kommen; im Falle sie zur Correction eines Triftbaches erbaut werden sollen, ist der erforderliche Aufwand an Material und Arbeit der Tabelle XLIII zu entnehmen. Selbstverständlich müssen derartige Buhnen auf einen entsprechenden Rost gestellt werden.

Einfachere Steinbuhnen werden aus Kiesdämmen (Bachgeschiebe) hergestellt, deren Oberfläche mit einem festen Pflaster aus theilweise zugerichteten Steinen versichert wird. Die Anschüttung kann unter mittleren Verhältnissen mit 0·3 Tagschicht per m^3, die Pflasterung gleichfalls mit 0·3 Tagschicht per m^3 in Rechnung gezogen werden.

§. 209. Durchstiche, Zu- und Abschlußbauten und Correctionen der Triftbacheinmündungen in größere Wasserläufe oder Seen.

Es genügt nicht, wenn der Triftbach durch Parallelwerke und Querbauten in ein bestimmtes Profil eingeschlossen wird und ein zu großes Gefälle durch Stauwerke oder Wehranlagen eine entsprechende Minderung erfährt, sondern es kann sich darüber hinaus auch noch die Nothwendigkeit einer Gefällserhöhung ergeben, indem Krümmungen des Baches (Serpentinen) durchschnitten werden. Mittelst solcher Durchstiche wird einerseits das Gefälle erhöht, sowie andererseits die Bildung von Geschiebeablagerungen vermieden.

Bei Anlage von Durchstichen gilt im Allgemeinen die Regel:

1. daß die Einmündung des Durchstiches in die Tangente der aufwärts anschließenden Flußlinie allen müsse;

2. daß der Durchschnitt nicht auf seine volle Breite geöffnet, demselben aber immerhin im sogenannten Leitgraben eine entsprechende Breite gegeben werde;

3. daß die Sohle des Leitgrabens bei dessen Ausmündung mindestens 0·3 m unter den niedrigsten Wasserstand gelegt und nach dem Anfangspunkte hin mit möglichst geringem Gefälle geführt werde, damit die in den Durchstich mit Macht eintretenden Wassermassen den Leitgraben ohne besondere Hilfsbauten von selbst auf die normale Breite und Tiefe erweitern;

4. daß, wenn das alte Bachbett durch Bauten geschlossen werden soll, die Sohle des Leitgrabens mit Steinen oder Faschinen zugedeckt werde, weil sonst durch das Fortschreiten des Zuschlusses die in das neue Bett gedrängten Wassermassen dasselbe im hohen Grade auskolken würden;

5. daß Zuschlußbauten stets in der Richtung der normalen Uferlinie gebaut werden.

Zum Abschlusse des alten Bachbettes genügen Flechtwerke, die mit Steinen oder Bachgeschiebe ausgefüllt und an der oberen Krone abgepflastert werden. Die Pfähle sind in Entfernungen von 60—80 cm etwas schief gegen das Bachbett einzuschlagen und bis über die Höhe des niedersten Wasserstandes mit starken Faschinen zu verflechten.

Am Grunde des Abschlußbaues werden 1—1·3 m weite Oeffnungen belassen, damit das alte Bett möglichst schnell mit Schlamm und Kies verlandet werde. Desgleichen wird die Verlandung noch dadurch wesentlich gefördert, wenn das alte Bachbett stellenweise mit einfachen Flechtzäunen aus einem ausschlagfähigen Material, und zwar senkrecht auf die Längsrichtung durchzogen wird.

Der m^3 eines Abschlußbaues erfordert unter mittleren Verhältnissen einen Arbeitsaufwand von 0·6 Tagschicht.

Das Ufer des neuen Bachbettes, d. h. der Leitgraben, wenn er sich auf die normale Breite erweitert hat, wird dann entsprechend abgeböscht und in geeigneter Weise durch Faschinen-, Holz- und Steinbauten gegen die weiteren Angriffe des Wassers versichert.

Mündet ein Triftbach unter einem rechten Winkel in einen größeren Wasserlauf ein, so werden Rückschwellungen, die eine Verminderung der Geschwindigkeit des Wassers

nach sich ziehen müssen, eintreten und die Ablagerungen von Geschieben, beziehungsweise die Bildung von Kiesbänken hervorrufen, wodurch der Triftbetrieb in empfindlicher Weise erschwert werden kann. Desgleichen werden auch Geschiebeablagerungen zunächst an jener Stelle eintreten, wo ein Triftbach in einen See einmündet, zumal wenn der letztere bei hohem Wasserstande die Wässer des Triftbaches zurückschwellt. Im ersten Falle muß die Einmündung des Baches verlegt, beziehungsweise unter einem spitzen Winkel, und zwar flußabwärts in den Hauptbach eingeführt werden, während im letzteren Falle der Bach kurz vor der Einmündung in den See in Parallelwerke, dessen Profil sich nach der Einmündungsstelle successive verengt, eingeschlossen werden soll. Dadurch wird bei höherem Wasserstande eine Anstauung und damit eine Vergrößerung der Schiebkraft des Baches erzielt, so zwar, daß die an der Einmündung bei gewöhnlichem Wasserstande allenfalls erzeugten Geschiebeablagerungen nach der Seetiefe mit fortgerissen werden.

B. Die Verbauung der Wildbäche.

§. 210. Ursachen und Entstehung der Wildbäche.

Im Hochgebirge werden die Wasserläufe nach der Dauer und dem Grade ihrer Wasserhältigkeit im Allgemeinen eingetheilt in Bäche, die das ganze Jahr hindurch, oder in solche, die nur zu bestimmten Zeiten, oder endlich in solche, die nur unter ganz besonderen Verhältnissen wasserführend sind. Letztere heißen auch Gräben. Die erste Gattung der Bäche verdankt ihren Ursprung einer fließenden Quelle oder den Gletscherfeldern, mitunter sind derlei Bäche auch Abflüsse aus größeren Seen, sowie der im Innern der Erde verborgenen, natürlichen Wasserreservoirs. Die zweite Art von Bächen erhält ihren Zufluß lediglich durch das Schmelzen der in den höheren Regionen angesammelten Schnee- und Eismassen und nimmt mit der Wärme zu, bis die Vorräthe von Schnee- und Eismassen aufgezehrt sind. Es hängt daher die Dauer ihrer Wasserhältigkeit überhaupt von den im Winter gefallenen Schneemassen ab. Die dritte Gattung der Wasserläufe sind Gräben, die nur ausschließlich zur Zeit anhaltenden Regens oder bei Wolkenbrüchen als eigentliche Abflußgerinne sich geltend machen.

Nach dem Umfange der Geschiebeführung und nach dem Grade des schädlichen Einflusses, den die Bäche auf ihre Umgebung ausüben, werden dieselben entweder als Gebirgsbäche ohne besonderen Beisatz oder als Wildbäche bezeichnet.

Die Verheerungen der Wildbäche beschränken sich nicht immer auf ihre unmittelbare Umgebung, sondern dieselben tragen ihren zerstörenden Einfluß oft weit in die Hauptthäler herunter. Die Natur arbeitet zwar langsam, aber unausgesetzt, zerstört auf der einen Seite ihre eigenen Gebilde, um anderwärts neue Formungen zu schaffen, ihrem Einflusse können sich weder die mächtigsten Gebirgszüge, noch die ausgedehnten Ebenen entziehen. So stürzt der Fels, ein Opfer der fortschreitenden Verwitterung, nach der Tiefe, wo seine Trümmer entweder die Entstehung mehr und mehr anwachsender Schutthalden am Fuße des Berghanges veranlassen oder, von einem Wildbache aufgenommen, nach weit entlegenen Thälern geführt werden, um dort mächtige Ablagerungen zu erzeugen, als Beweis der großartigen Veränderungen der Erdoberfläche.

Die Felstrümmer und Geschiebemassen, welche ein Wildbach aufnimmt und weiterführt, sind nun die Ursache, daß Triftstraßen immer mehr und

mehr verwildern und unter Umständen selbst ihrer Bestimmung als Holztransportmittel gänzlich entzogen werden.

Die zerstörenden Naturkräfte werden nicht selten vom menschlichen Unverstande auf's kräftigste unterstützt. Das soll und muß anders werden; allein immer bleibt noch die Frage zu beantworten über: Liegt es auch in der Macht des Menschen, den zerstörenden und verwüstenden Naturkräften in den reich verzweigten Sammelgebieten der mannigfach geformten und gegliederten Gebirgsketten entgegenzuwirken, sie zu paralysiren? Zum Theil gewiß. Die Forschung an der Hand der Erfahrung lehrt, daß sich die Einflüsse der Natur auf unsere Erde in zweifacher Weise, und zwar in mechanischer und chemischer Art äußern, wir wissen aber auch, daß die erstere Wirkung die mächtigere und zugleich diejenige ist, vor der sich der Mensch oft mit dem Aufwande von geringen Kosten und Mitteln schützen kann, wenn nur rechtzeitig an die Heilung der entstandenen Schäden herangeschritten wird.

Der lösende und zersetzende Einfluß des Wassers, verbunden mit den Wärmeveränderungen und den umbildenden Bestandtheilen der Luft — d. h. der eigentliche Verwitterungsproceß selbst — ist gewissermaßen der Vorarbeiter der nachfolgenden Wirkung des fließenden Wassers,* die um so leichter und großartiger eingreifen kann, je weiter die erstere vorgeschritten ist.

Handelt es sich zunächst um die Beseitigung von Schäden, die Wildbäche oder selbst größere Wasserläufe an der Beschaffenheit der Trift- oder Floßstraßen oder an den zum Trift- oder Flößbetriebe erforderlichen Bauten anrichten, so muß in erster Linie die Grundursache oder der Herd des Uebels ausgeforscht, d. h. es müssen die Abflußverhältnisse des betreffenden Sammel- und Durchflußgebietes einem genauen Studium oder einer eingehenden Durchforschung unterzogen werden. Die mechanische Kraft des Wassers — aus den oben bezeichneten Gesichtspunkten betrachtet — kann sich in mehrfacher Weise äußern, und zwar:

a) durch eine fortschreitende Vertiefung des Wasserlaufes, d. i. der Bach- oder Grabensohle,

b) in Angriffen auf die seitlichen Begrenzungen,

c) durch Erweichung der Berghänge in Folge mangelhafter Ableitung von Quellen und der gewöhnlichen Niederschläge.

Die zuerst genannten Wirkungen schreiten um so rascher fort, je geringer der Widerstand, den die Bodenbeschaffenheit im Durchflußgebiete dem Wasser entgegenstellt, und je größer das Gefälle des Wasserlaufes ist. Die ersteren Verhältnisse erleichtern, die letzteren erhöhen die mechanische Kraftäußerung des Wassers. Durch eine solche fortgesetzte Vertiefung des Wasserlaufes verlieren die nächsten seitlichen Böschungen Fuß und Halt, müssen in Folge ihrer eigenen Schwere abgleiten und in das Bachgerinne stürzen. Dieser Absturz oder das Einfallen und Nachsinken der untersten Schichten pflanzt sich nach aufwärts fort und ist oft die Grundursache ausgedehnter Erdbewegungen. Das Einstürzen von Seitenböschungen und das Weitergreifen der Bewegung wird um so rapider und sichtlicher vor sich gehen, je durchweichter das Erdreich von Niederschlägen, Quell-

* Zu den mechanischen Kraftäußerungen des Wassers gehört bekanntlich auch das Felsensprengen, nachdem dasselbe in die Spalten eingedrungen und zu Eis erstarrt ist; diese Kraftäußerung subsumirt sich aber unter dem Begriff: Verwitterung und Zersetzung.

und Sickerwässern u. s. w. ist, indem es sich dann theils leichter ablöst, theils auch durch sein größeres specifisches Gewicht mehr zum Abrutschen hinneigt.

Terrainbrüche erzeugen je nach ihrem Umfange eine größere oder geringere Verlegung und Verstopfung des Bachgerinnes, Zurückhaltung und Anstauung des Wasserlaufes bis zu einem Grade, wo der lockere Schutt- oder Erddamm dem Drucke der dahinter andrängenden Wassermassen nicht mehr zu widerstehen vermag und bricht. Die natürliche Folge eines solchen Durchstoßes ist ein Ausbruch des Wildbaches oder ein Muhrgang, d. i. das Herabstürzen eines mehr oder weniger dickflüssigen Gemenges von Wasser und Schutt. Beim Austritte in das Hauptthal, wo gewöhnlich neben einem mäßigen Gefälle auch ein hinreichender Raum für eine Verbreiterung vorhanden ist, vertheilt sich der Muhrgang strahlenförmig, verliert dadurch an fortbewegender Kraft und es bleibt in Folge dessen das Geschiebe liegen, während das Wasser seinen Lauf unbehindert fortsetzt. Diese fort und fort abgehenden Muhren oder Schuttwalzen bilden nach Verlauf längerer Zeiträume mächtige Schuttkegel, deren Fuß immer weiter in das Hauptthal vordringt.

Solche Muhrgänge* können die Beschaffenheit eines Triftbaches auf lange Zeit hinaus verschlimmern und die vorhandenen Bauwerke beschädigen oder wirkungslos machen.

Hat der Bach sein Bett von den herabgestürzten Schutt- oder Erdmassen nach Durchbruch jenes Schuttdammes gereinigt, so beginnt das Spiel von Neuem.**

Die Ursache der Mitführung größerer Geschiebemengen in Wildbächen ist stets in Anbrüchen und zwar entweder im Sammel- oder im Durchflußgebiete zu suchen. Dort, wo die Geschiebebildung ausschließlich in der fortschreitenden Verwitterung des an die Wasserläufe grenzenden Geländes besteht, wie in Wildbachgebieten mit durchgehends Felsenprofilen und felsigem Sammelgebiete, sind die herabkommenden Geschiebemassen von zumeist untergeordneter Bedeutung, so daß sie allein wohl niemals einen größeren schädlichen Einfluß wahrnehmen lassen werden und zu Besorgnissen Anlaß geben dürften.

Die zweite Art der zerstörenden mechanischen Kraft des Wassers besteht in dem Angriffe auf die seitlichen Bachbegrenzungen oder Uferstrecken in Folge von Querströmungen. Diese Art des Angriffes findet meist in einem Terrain statt, wo z. B. eine Uferseite aus festem Fels, die andere aber aus weichem, also leicht zerstörbarem Material besteht. Treten aus der felsigen Uferseite einzelne Felsenköpfe in das Bachbett herein, so wird hiedurch der Stromstrich oder der Stoß der Flut gegen das andere, aus leicht zerstörbarem Material bestehende Ufer gewiesen, dieses auf der getroffenen Strecke unterspült und eine Abrutschung veranlaßt, eine Wirkung, welche in ähnlicher Weise auch die ungünstigen Krümmungen des Wasserlaufes, die herabgestürzten oder vom Hochwasser abgelagerten Felsblöcke oder Baumstämme zu äußern vermögen.

---

* Ein solcher Muhrgang ist bei Martinsbruck im Engadin, Canton Graubünden, am 3. Juni 1858 herabgegangen und hat bedeutende Verwüstungen angerichtet. Die Geschiebe sind unmittelbar hinter dem Kopfe der Muhr, die sich an einer Straßenbrücke angelegt hatte, bis zu einer Höhe von 2·4 m emporgestaut worden. Von den Steinen im Kopfe der Muhr soll ein jeder zwischen 8—10 m³ Inhalt gehabt haben.

Aehnlich sind die Muhrgänge der Wildbäche von Valcava und Fuldera, dann des Muranzo bei St. Maria im Münsterthale und in Süd- und Nordtirol.

Welche Dimensionen Sohlenveränderungen annehmen können, zeigen die Ausbrüche der Nolla bei Thusis in Canton Graubünden, in welchen Vertiefungen, und zwar bei einem Ausbruche bis zu 15 m gemessen worden sind.

** Als Beispiel gelten die Kolkungen der Nolla bei Campo im Canton Tessin, die in einem Zeitraum von sechs Wochen ihr Grundbett um 4 m tiefer gelegt hat.

Erdbewegungen der oben bezeichneten Art erreichen nur in Ausnahmsfällen jenen Umfang wie die, welche aus einer Sohlenvertiefung hervorgehen. Gewöhnlich erstrecken sich Terrainbrüche, die ausschließlich auf den Einfluß von Querströmungen zurückzuführen sind, auf beschränkte Flächen, während durch Sohlenvertiefungen umfangreiche Berghänge in Bewegung gerathen können.

Die Sickerwässer nehmen auf die Entstehung von Abrutschungen oder Terrainbrüchen einen unleugbar großen Einfluß, hauptsächlich dort, wo in leicht verwitterbarem Terrain Tagwässer nicht hinreichend abfließen können. Solche zum Theile oder vollständig zurückgehaltene Wässer müssen in den Boden eintreten und fließen oft große Strecken weit in den natürlichen Spalten und Rissen fort, durchnässen und erweichen das Erdreich und versetzen es in einen Zustand, daß es nur des geringsten Anlasses bedarf, um dasselbe in Bewegung zu bringen. Die Sickerwässer beschleunigen namentlich eine Erdbewegung, wenn das Grundübel am Fuße der Böschungen liegt, z. B. in der Unterwaschung oder Unterspülung durch Querströmungen oder successive Vertiefung der Bachsohle; doch erzeugen dieselben nur in ganz speciellen Fällen Terrainbrüche von größerem Umfange, befördern dagegen häufig den Absturz zu steil angelegter Straßen- oder Eisenbahnböschungen, nachdem diese Einschnitte dem oberhalb liegenden Hange den Fuß oder die Stütze genommen haben. Nach den Gesetzen der Mechanik zerlegt sich bekanntlich der Druck, den ein Körper auf eine schiefe Ebene ausübt, in zwei Kräfte, wovon die eine senkrecht, die andere parallel zur schiefen Ebene wirkt. In dem Momente, in welchem die parallel zur schiefen Ebene wirkende Kraft die andere überwiegt, kommt der Körper in eine gleitende Bewegung, um so eher, je größer der Neigungswinkel der schiefen Ebene und je kleiner der Reibungscoefficient, d. h. je glatter die Gleitbahn ist.

Erdbewegungen von größerer Ausdehnung können ausschließlich durch Sickerwasser hervorgerufen werden, wenn die Terrainbildung eine derartige ist, daß eine anfangs flachgründige, nach aufwärts an Tiefe zunehmende Erd- oder Schuttmasse auf einer nach abwärts steil abfallenden Tegel- oder Felsenschichte ruht, zumal wenn dieselbe am Fuße in einer senkrechten Wand endigt. Versiegen in einem derartigen, im Gebirge häufig anzutreffenden Terrain Quell- oder Tagwässer, so durchweichen sie die darunter liegenden Erdmassen und glätten die felsige Unterlage und damit die schiefe Ebene oft in einem Maße, daß die vom Wasser getränkten, specifisch schweren Erdschichten brechen und über die Wand abstürzen. Diese Bewegung wird sich dann vom Anbruchspunkte nach aufwärts fortpflanzen und auch die oberen Massen zum Abgleiten veranlassen, d. h. es kann sich eine am Fuße begonnene Bewegung, welche durch Sickerwasser veranlaßt wurde, bis in die höchsten Höhen hinauf fortsetzen.

Die Erdbewegung in Eybach bei Lungern im Canton Unterwalden, und zwar im Quellengebiete des genannten Baches, hatte eine derartige Grundursache. Aehnliches finden wir auch in den heimischen Alpen; so ist z. B die Bewegung des umfangreichen Geschliffwaldes am rechten Ufer des Traunsees in Oberösterreich zum Theil auf eine ungünstige Gestaltung des Untergrundes und der Sickerwässer, zum Theil auch auf den kolkenden Einfluß der in diesem Gebiete vorhandenen Wasseradern zurückzuführen.

Großartige Verheerungen und Erdbewegungen von bedeutendem Umfange können als ausschließliche Folgewirkung von Sickerwässern auch dann entstehen, wenn der Untergrund oder die Basis einer Felsenmasse durch Wasser gelöst oder derart erweicht wird, daß jene die Fähigkeit verliert, die darauf fußenden Gebirgsmassen zu tragen, und nachgibt, also letztere zum Absturze bringt. Welche Verwüstungen wieder solche Bergstürze

anrichten können, dafür dient als trauriger Beweis der Goldauer Bergsturz am 2. September 1806. *

Andererseits wird den Sickerwässern oft zu viel Einfluß auf stattgehabte Erdbewegungen zugeschrieben, oft sogar unter Verhältnissen, wo dieselben nicht im mindesten betheiligt waren. In gebrochenem und bewegtem Terrain jeder Art müssen Störungen an den natürlichen Wasserläufen, Quellen u. s. w. entstehen und deren Versitzungen verursachen; dies sind jedoch Folgen, nicht aber die Ursachen der bereits eingetretenen Bewegung. Auch die beste und rationellste Ableitung von Sickerwässern wird, wie die Erfahrung lehrt, die bereits eingetretene Erdbewegung niemals vollständig beheben, wenn sie auch deren Fortschreiten zu verzögern im Stande ist. Betrachtet man z. B. eine in Bewegung gerathene Berglehne zu einer Zeit, wo die Bewegung erst beginnt, so sieht man die Lehne vom Fuße bis hoch nach oben zumeist vollständig begrünt, nur ganz in der Höhe zeigen sich dem Beschauer wunde Stellen, Erdsenkungen und, wenn dort Quellen sind, Störungen in deren Lauf, beziehungsweise Versitzungen mit oberflächlicher Versumpfung. Kein Wunder, wenn daher bei einer minder eingehenden Besichtigung und Prüfung der Grund der Störung oben gesucht und die Quellen als die Urheber des Uebels bezeichnet werden, weil man sich oft der Mühe nicht unterwirft, den von der Bewegung entfernten Fuß der Berglehne, und zwar unmittelbar an der Bachsohle einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen.

Die gegenwärtig bekannten Maßregeln, durch welche die Schädlichkeit der Wildbäche auf ein möglichst geringes Maß herabgesetzt werden kann, lassen sich im Allgemeinen eintheilen in vorbeugende, d. h. in solche Maßnahmen, welche die Entstehung eines Wildbaches zu verhüten bezwecken, und in abwehrende Mittel, d. i. Bauherstellungen, um bereits entstandene Terrainbrüche im Sammel- oder Durchflußgebiete eines Wasserlaufes unschädlich zu machen.

§. 211. Vorbeugungsmittel gegen die Verheerungen der Wildbäche.

Die Anwendung von Maßnahmen, mittelst deren die Entstehung von Wildbächen verhütet werden soll, wird sich überall dort empfehlen, wo die innere und äußere Beschaffenheit des Einzugs- und Durchflußgebietes eine weitgehende Erdbewegung zuläßt, wo also die Möglichkeit zu umfangreicheren Terrainbrüchen vorhanden ist. Eine besondere Sorgfalt wird jenen Wild- und Gebirgsbächen zuzuwenden sein, deren Lauf über alte, aus einer leicht verwitterbaren Gesteinsart bestehende Schutthalden mit darauf ruhenden mächtigen Bodenschichten führt, wie das bei den meisten Schieferarten, Molasse (Flisch), Mergel, leichteren Sandsteinen u. s. w. der Fall ist, und wo durch Ausbrüche der Wildbäche Trift- oder Floßstraßen gefährdet oder Triftanstalten bedroht werden könnten. Zu solchen vorbeugenden Mitteln, wodurch die Entstehung oder das weitere Umsichgreifen von schon bestehenden Wildbächen vermieden wird, sind zu rechnen:

---

* Gegenüber dem bekannten Rigi in der Schweiz, und zwar in unmittelbarer Nähe des Lowerzer Sees befand sich ein hochaufgethürmtes Nagelfluegebirge, ein Conglomerat von vorwiegend abgerundeten Kalk- und Kiselsteinen, dessen kahle Wände senkrecht emporstanden.

Diese mächtige Gebirgsmasse ruhte auf einer Thonschichte (Mergelband), welche in Folge anhaltenden Regens und der dadurch in den Boden eingetretenen Sickerwässer durchweicht wurde und in einer Länge von 350 m und einer Höhe von 35 m zum Absturze nach dem mehr als 900 m tiefen Hauptthale gebracht worden ist.

An 300 Gebäude und 457 Menschenleben fielen dem Bergsturze zum Opfer.

1. Die möglichste Schonung der vorhandenen Waldvegetation.*

Je beweglicher das Terrain ist, je mehr es zu Brüchen und Abstürzen hinneigt, um so fühlbarer werden die Folgen einer weitgehenden Bloßlegung des Quellengebietes sein. Unbestritten ist der zerstörende Einfluß eines Baches, dessen Wasserstand heftigen Schwankungen ausgesetzt ist, und bei welchem oft und plötzlich Hochwässer auftreten, größer als der eines anderen Baches mit mehr gleichmäßigem, continuirlichem Wasserlaufe. Wenn auch jener hohe Einfluß unserer Wälder auf die klimatischen Verhältnisse der Umgebung, der ihnen von Vielen zugesprochen oder eingeräumt wird, noch bestritten ist, so ist doch deren wohlthätiger Einfluß auf die hydrotechnischen Verhältnisse eines Sammelgebietes von unbestreitbar großem, ja unschätzbarem Werthe.

Der Wald ist ein mächtiges Hinderniß für den zu raschen Ablauf der atmosphärischen Niederschläge; er wirkt theils durch seine Belaubung oder Benadelung, theils durch die unter seinem Schutze gebildete Bodendecke mechanisch gegen den raschen Abfluß flüssiger Niederschläge und hält das Wasser gleich einem Schwamme zurück, um es erst langsam in die einzelnen Sammeladern gelangen zu lassen. An der Hand einer leicht zu machenden Beobachtung läßt sich die volle Richtigkeit des Gesagten erhärten. Wie bekannt, tritt in einem Gebirgsbache, dessen Einzugs- und Sammelgebiet gut bewaldet ist, erst nach lang anhaltendem Regen ein merklich höherer Wasserstand ein, während oft ein ganz leichter Regen in einem entwaldeten, wenn auch berasten Niederschlagsgebiete den Bach in wenigen Stunden zum reißenden Wildbache umwandeln kann. Welcher Zustand aber ist vom hydrotechnischen Standpunkte aus der erwünschtere?

Die Erfahrung an der Hand zahlreicher Beobachtungen lehrt, daß sehr rasch anschwellende Hochwässer in den Bachgerinnen einen verhältnißmäßig viel größeren Schaden anzurichten vermögen, als dies bei langsamem Steigen der Wasserhöhe der Fall zu sein pflegt, und zwar aus folgendem Grunde: Jedes Bachgerinne ist in der Regel durch eingerollte Felstrümmer, Bäume u. dgl. in mehr oder minder hohem Grade verlegt; tritt nun plötzlich ein Hochwasser ein, so werden alle diese mechanischen Hindernisse gehoben und nach der Tiefe gerissen, wobei sie einerseits schon die Bachsohle und die seitlichen Begrenzungen beschädigen, andererseits Stopfungen und Stauungen veranlassen, deren schließlicher Durchbruch stets von traurigen Folgen für das Bachbett begleitet ist.

Successive anschwellende Wässer räumen dagegen das Bachbett langsam und veranlassen, wie die Erfahrung stets gelehrt, niemals die höchst nachtheiligen Stopfungen im Gerinne. Mit der nachgewiesenen Schädlichkeit der Einflüsse plötzlicher Hochwässer ist auch die obige Frage schon beantwortet. Eine leichte, lockere Bodendecke in dem Sammel- und Niederschlagsgebiete von Wildbächen, welche die Fähigkeit besitzt, eine große Menge von Wasser aufzunehmen und durch längere Zeit zurückzubehalten, welche also durch diese Eigenschaft den raschen Ablauf der Niederschlagswässer und hiedurch das plötzliche Eintreten von Hochfluten zu hindern vermag, ist natürlich viel günstiger als eine dichte

---

* Oberforstmeister P. Demontzey stellt mit Rücksicht auf die Nothwendigkeit einer Bewaldung des Sammel- und Durchflußgebietes in seinen „Studien über die Arbeiten der Wiederbewaldung und Berasung der Gebirge" die folgenden Grundsätze Surell's in den Vordergrund:

1. Die Bestockung eines Bodens mit Wald verhindert die Bildung von Wildbächen;
2. die Entwaldung liefert den Boden den Wildbächen als Beute aus;
3. durch Ausdehnung der Wälder werden die Wildbäche beseitigt;
4. das Verschwinden des Waldes verdoppelt die Heftigkeit der Wildbäche und kann dieselbe sogar von Neuem hervorbringen.

Bodenschichte, mit der festen Grasnarbe magerer Alpenweide bedeckt oder von nacktem Felsgestein durchbrochen. Jene günstig wirkende Bodendecke vermag aber der Wald in erster Linie am entsprechendsten zu schaffen.

Die Walderhaltung* ist das erste und auch das dringendste Vorbeugungsmittel gegen die Verheerungen der Wildbäche, weil durch eine entsprechende Bewaldung die rapiden Anschwellungen derselben vermieden und damit jene Perioden, in welchen sie am nachtheiligsten wirken, auf ein Minimum reducirt werden.

Die fortschreitende Entwaldung eines Sammelgebietes fördert nicht allein die Entstehung von Terrainbrüchen, sondern beeinflußt auch die Wasserstände in einer für die Triftbarkeit ungünstigen Weise. In einem entwaldeten Gebiete wird:

a) die Differenz zwischen dem höchsten und niedersten Wasserstande vergrößert,
b) die Hochwässer treten rascher, heftiger und bedeutender auf und nehmen auch einen höheren Stand an, und
c) die mittleren Wasserstände oder die zweckmäßigsten Triftwässer halten eine viel kürzere Zeit an.

2. Die Beschränkung des Weideganges, beziehungsweise der Beweidung steiler und entwaldeter Berglehnen.

Ein zweites Mittel, den Verheerungen der Wildbäche vorzubeugen, liegt in der Beschränkung des Weideganges an steilen, entwaldeten Berglehnen. Erfahrungsgemäß werden vom Weidevieh an einer steilen Berglehne eine Menge kleiner Wege ausgetreten, in denen sodann das Wasser seinen Lauf nimmt, dieselben mehr und mehr vertieft und dadurch die Bildung von neuen Wasserläufen (Runsen) veranlaßt.

3. Die Ableitung der Sickerwässer.

Die Ableitung von Quellen, Sickerwässern u. s. w., welche das Terrain durchnässen und damit aller Widerstandsfähigkeit gegen die Angriffe der Wildbäche berauben, ist ein erfolgreiches Vorbeugungsmittel gegen Verheerungen durch die Gebirgswässer. Namentlich in jenem Gebiete, wo eine Bewegung bereits eingetreten oder doch zu befürchten ist, muß für eine zweckmäßige Ableitung der Tagwässer oder Quellen, und zwar derart vorgesorgt werden, daß die Wässer von der gefährdeten Stelle abgeleitet oder, wenn eine Hinwegleitung unthunlich sein sollte, in einer unschädlichen Vorrichtung darüber hinweggeführt werden. Eine zweckmäßige und rechtzeitige Entwässerung von nassen Stellen in einem zum Abbruch disponirten Terrain kann die Entstehung von Wildbächen im Keime ersticken.

4. Die Reinhaltung der Wildbäche.

Die Reinhaltung der Wildbäche hat sich zu erstrecken auf eine sorgfältige Freihaltung des Bachgerinnes von hineingestürzten Bäumen, größeren Steinblöcken oder abgebrochenen Uferwänden, die leicht Stauungen und Stopfungen des Wasserlaufes verursachen können.

---

* Damit ist nicht ausschließlich die Erziehung und Erhaltung von Hochwaldbeständen zu verstehen, im Gegentheil dürfte unter vielen Verhältnissen, beispielsweise in steilen Abhängen, auf leicht beweglichem Boden 2c., ein Niederwald bessere Dienste leisten.

Wie wenig auf die so wesentliche Erhaltung eines unbehinderten Wasserlaufes oft gesehen wird, zeigt der verwahrloste Zustand mancher Gebirgsbäche, in deren Bette abwechselnd vermoderte und frische Windbrüche oder abgestürzte Felsblöcke den Lauf des Wassers bald an dieses, bald an jenes Ufer drängen und damit zum Keime von Querströmungen und Unterspülungen werden. Desgleichen sind die in Uferböschungen stockenden Bäume, die voraussichtlich leicht vom Winde und durch sonstige Einflüsse geworfen werden können, wodurch umfangreiche Einrisse entstehen würden, zu entfernen. Insbesondere sind stockende Hölzer auf den bereits in Bewegung gerathenen Flächen zu entfernen, weil mit dieser Maßnahme die Bewegung möglicherweise beseitigt oder zum mindesten sehr verzögert werden kann, wodurch Zeit für die zu treffenden Vorkehrungen gewonnen wird.

5. Die sorgfältige Ueberwachung der Bachufer in Rücksicht auf deren Bewahrung vor Beschädigungen und Erhaltung ihrer Widerstandsfähigkeit.

Die Bachufer oder seitlichen Hänge eines Gebirgsbaches sind unausgesetzt zu überwachen, wunde Stellen sogleich auszubessern, unzureichende Ufer entsprechend zu erhöhen und für die Erhaltung schützender Ufergesträuche zu sorgen. Das letztere kann unter manchen Verhältnissen besser wirken, d. h. einen weit ausreicherenden Schutz gegen Uferangriffe gewähren, als künstlich hergestellte Uferschutzbauten.

6. Die Vermeidung der Abtriftung von Hölzern, namentlich bei Anwendung von künstlich erzeugten Hochwässern (Klauswässern).

In Gebirgsbächen, deren seitliche Abhänge zum Abstürzen hinneigen, dürfen keine langen und schweren Hölzer getriftet werden; am wenigsten aber ist der Wassertransport mittelst durch Klausen erzielter Hochwässer statthaft.

Ein Holztransport durch Triftung oder Flößung ist in einem Wildbache unzulässig.

7. Die Unterlassung der Stock- oder Baumrodung, desgleichen des Herablassens von Hölzern in trockenen Rinnsalen.

Das Roden von Baumstöcken, sowie auch das Herabschaffen von Forstproducten in trockenen Gräben — den sogenannten Erdgefährten — auf einem Terrain, welches zu einer Bewegung hinneigt, wirkt höchst nachtheilig in Bezug auf die Entstehung von gefährlichen Runsen, so daß eine diesfällige Unterlassung als wichtiges Vorbeugungsmittel gegen Verheerungen durch den Wasserablauf angesehen werden muß.

8. Die Gewinnung von Steinen aus der Sohle eines Gerinnes oder aus den seitlichen Hängen muß selbstverständlich unterbleiben, wenn Verwüstungen oder Terrainstürze zu befürchten sind oder Sohlenvertiefungen dadurch hervorgerufen werden können.

9. In einem Berghange, der in Folge seiner geognostischen oder geologischen Beschaffenheit zu Brüchen und Abstürzen hinneigt, müssen alle größeren Erdbewegungen, unter ungünstigen Verhältnissen sogar der Bau einfacher Wege unterbleiben, wenn durch die letzteren Anlagen Bodenabgrabungen nicht zu umgehen sein sollten.

§. 212. Abwehrende Mittel gegen die Verheerungen der Wildbäche in Form von Verbauungen derselben. *

Verbauungen können und sollen in Anwendung kommen, wo entweder eine Gefahr ob bevorstehender Terrainbrüche wirklich vorliegt, oder wo dieselben bereits im kleineren oder größeren Umfange eingetreten sind und Triftstraßen und Triftbauten gefährden. Von der Größe der Gefahr oder der bereits eingetretenen Bewegung, von der Beschaffenheit, dem Werthe der bedrohten Objecte, endlich der Gestaltung des Sammel- und Durchflußgebietes eines Wildbaches hängt die Art und Anzahl der Verbauungsobjecte ab, während das zu wählende Baumaterial durch den anzustrebenden Erfolg, durch die verfügbaren Mittel und endlich durch das an Ort und Stelle selber vorfindliche Material bedingt wird. Wir finden daher, daß in der Praxis Faschinen, Holz und Stein dem gleichen Zwecke dienstbar gemacht werden, d. h. die Verbauungsobjecte können je nach Zulässigkeit aus dem einen oder anderen Mittel hergestellt werden.

Die Bauten zur Versicherung der Bachsohle sind Querbauten, die meistentheils senkrecht auf den Stromstrich gestellt werden und von einem Ufer zum anderen hinüberreichen. Ihre seitlichen Widerlager ruhen in den beiderseitigen Ufergeländen; der Zweck ist entweder die Fixirung der vorhandenen Bachbettsohle oder eine entsprechende Hebung der letzteren, wodurch für die allenfalls unterspülten oder gefährdeten seitlichen Hänge ein genügend fester Fuß oder Halt geschaffen werden soll. Endlich können diese Bauten noch den Zweck haben, Verwitterungsgeschiebe zurückzuhalten, oder sie sollen letztere ohne Gefahr für die Umgebung und das Bachprofil möglichst rasch nach einem begrenzten oder unbegrenzten Ablagerungsgebiete schaffen.

In bautechnischer Richtung lassen sich die unterschiedlichen Querbauten untertheilen in:

a) Grundschwellen,
b) Schalenbauten,
c) Thalsperren,
d) Verbauungen nach Jenny,
e) Sohlenversicherung durch Bachableitungen und Anlage von Ablagerungsplätzen.

---

* Ueber die Möglichkeit, Wildbäche durch zweckmäßig ausgeführte Bauten unschädlich zu machen oder deren nachtheilige Wirkungen auf ein geringes Maß herabzusetzen, spricht sich Duile in seinem Werke „Ueber Verbauung der Wildbäche", 1826, p. 54, also aus: „Von jeher bestand und größtentheils auch gegenwärtig noch besteht der Wahn von der Unmöglichkeit, der Wuth der Wildbäche mit Erfolg Schranken setzen und ihrer Schädlichkeit mittelst Bauführungen Einhalt thun zu können. Er mag aus den vielen mißlungenen Versuchen durch einzelne unzweckmäßige, nicht zusammenhängende und schlecht construirte Bauwerke entstanden sein, wozu der Umstand, daß dieser Gegenstand nie bauwissenschaftlich und nach sicheren hydrotechnischen und Erfahrungsgrundsätzen behandelt worden ist, das Meiste beitrug. Es mangelte immer an Männern, welche, mit zureichenden Vorkenntnissen ausgerüstet, sich diesem Gegenstande mit Kraft hätten widmen wollen oder können." Ist es heute nach Verlauf von mehr denn fünf Decennien besser? Wie oft hören wir nicht aus maßgebenden technischen Kreisen die Aeußerung: „Mit Thalsperren lassen sich die Geschiebe, die ein Wildbach nach der Tiefe führt, nicht zurückhalten, außer man greift zu Bauten von unmöglichen Dimensionen." Auch heute besteht noch der falsche Wahn, daß die Querbauten nur zum Zwecke der Geschiebeansammlung bestimmt seien, und nicht, daß man damit eine vollständige Beruhigung der in Bewegung gerathenen Massen erzielen kann.

§. 213. Grundschwellen.

Die Grundschwellen haben den ausschließlichen Zweck, die Bachsohlen vor Tieferlegung zu schützen. Ihre Anwendung ist zu empfehlen:

a) dort, wo ein Bach bei vollständig gesundem Durchflußgebiet den Grund seines Gerinnes auszuwühlen droht;

b) dann, wenn durch eine Sohlenvertiefung der Bestand eines Uferschutzbaues gefährdet würde, oder

c) wenn mittelst einer kleinen Sohlenerhebung, welch' letztere durch Grundschwellen erzielt werden kann, ein Theil der Unebenheiten des Bachgerinnes beseitigt wird, d. h. wenn durch derartige Einbauten eine Verbesserung der Triftstraße sich erzielen läßt, und

d) als Abschluß eines Fallbettes oder des Vorfeldes bei einer Thalsperre.

Die Grundschwellen werden aus Holz, Stein und Holz oder ausschließlich aus Steinen hergestellt.

Die hölzernen Grundschwellen bestehen aus einem Stammstücke, das quer über die Bachsohle gelegt und zur Befestigung in die beiderseitigen Ufer eingelassen ist; die Steinschwellen dagegen aus einer Reihe großer lagerhafter Steine, die aneinandergefügt und von einem schwachen vorliegenden Stammstücke gehalten werden. Besser und dauerhafter sind die in Bogenform (als liegender Gewölbsring) mit dem Scheitel stromaufwärts gelegten Steinschwellen. Zu Widerlagern des fest und gut geschlossenen Gewölbringes sind nach Möglichkeit Felsen zu benützen, wo sie vorhanden sind. In Ermanglung derselben muß durch einen künstlichen und soliden Steinbau Ersatz geschaffen werden.

In welcher Entfernung voneinander die einzeln auszuführenden Schwellen aufgestellt werden sollen, entscheiden neben den Gefällsverhältnissen die Bodenbeschaffenheit und der Zweck, der mit derlei Einbauungen erzielt werden soll. Nachdem aber die Wirkung der Grundschwellen mit Rücksicht auf ihre Höhe nur eine beschränkte sein kann, so gilt im Allgemeinen der Grundsatz, daß die Grundschwellen um so wirksamer seien, je näher sie hintereinander gelegt werden.

Das Befestigen der Grundschwellen in die Seitenböschungen und das Legen derselben erfordert verhältnißmäßig einen geringen Arbeitsaufwand, einen höheren schon das Zubringen der erforderlichen Hölzer und Steine, und zwar nach Maßgabe der Entfernung, aus welcher jene zur Baustelle zugeliefert werden müssen.

§. 214. Schalenbauten im Allgemeinen.

Die Ausschalungen der Bachsohlen oder die Schalenbauten verfolgen einen doppelten Zweck, die Verhinderung einer Sohlenvertiefung und dann die möglichst rasche Wegschaffung der vom Bache mitgeführten Geschiebe. Im Allgemeinen ist die Anlage von Schalen technisch nothwendig:

1. wenn die Geschiebemassen eines Wildbaches möglichst rasch nach einem natürlichen Ablagerungsplatze (See) geschafft werden sollen; sind jedoch die abzuführenden Geschiebe ihrer Menge nach zu groß, so genügt die Anlage einer Schale nicht, wenn damit nicht Bauten im Zusammenhange stehen, die auf theilweise Zurückhaltung der Geschiebe berechnet sind;

2. wenn das Wasser eines zwar vollständig verbauten Wildbaches über seinen Schuttkegel abfließt welch' letzterer aber nicht die genügende Widerstandsfähigkeit gegen Sohleneinrisse und Vertiefungen besitzt;

3. zur Verbauung neu entstandener Wasserrisse in Berglehnen, die zu Abrutschungen hinneigen, und zwar bevor noch dieses Gerinne eine große Ausdehnung erlangt;

4. behufs Ableitung von Quellen oder kleinen Wassergräben, die von Eisenbahn- oder Straßenböschungen durchschnitten werden und ihren Lauf über das angeschnittene Erdreich nehmen müssen.

Als Schutz gegen Sohlenangriffe sind Schalen unter allen Umständen das wirksamste Mittel, nur kommt dieses Verbauungsmittel nnter den obwaltenden Verhältnissen manchmal ziemlich theuer zu stehen.

Die Ausschalung der Ausflußstrecke eines Wildbaches, in dessen Gebiete für eine Verminderung der Geschiebebildung nichts geschehen ist, bleibt erfolglos. Der Zweck eines Schalenbaues ist neben der Herstellung einer consistenten, gegen den Angriff durch das Wasser hinreichend widerstandskräftigen Bachsohle die leichtere und raschere Abführung aller Geschiebemassen, die ein Wildbach mit sich bringt, nach einem relativ unbegrenzten Ablagerungsgebiete, z. B. in ein umfangreiches Seebecken* oder in einen größeren Fluß, dessen Kraft hinreicht, die ihm zugeführten Geschiebemassen continuirlich weiter zu schaffen. Nehmen indeß die Geschiebemassen Dimensionen an, welche zu dem Profile der angelegten Schale nicht mehr im richtigen Verhältnisse stehen, so vermag diese auch ihrem Hauptzwecke nicht mehr zu genügen. Vergrößern sich daher die Quellen der Geschiebebildung, d. h. die Muhrgänge, über dieses Verhältniß hinaus, was bei einem verrüften oder angebrochenen Sammelgebiete unausweichlich eintreten muß, dann bleiben die Geschiebe liegen, verstopfen die Schale, die nachfolgenden Schuttmassen treten aus, nehmen einen ungeregelten Lauf, als ob eine Schale gar nicht vorhanden wäre, und zerstören nach wie vor die angrenzenden Culturgründe.

Der Hauptzweck, dem solche Schalen dann dienen sollen, ist maßgebend für ihre Profilgröße. So müssen an Orten, wo größere Geschiebemengen nach der Tiefe geschafft werden sollen, die Weite und die sonstigen Stärkedimensionen größer gewählt werden, als dort, wo die Schalen lediglich nur zum Sohlenschutz und weniger auf Geschiebeführung berechnet sind. Im letzteren Falle genügt eine dem abfließenden Wasser entsprechende Profilirung.

Nach Maßgabe der Bodenbeschaffenheit, der verfügbaren Mittel und Baustoffe, der nothwendigen Dauerhaftigkeit des Baues, der zu Gebote stehenden Bauzeit u. dgl. m. können Schalenbauten aus Faschinenmaterial, Holz, Stein oder auch aus einer Vereinigung der beiden letztgenannten Baustoffe hergestellt werden.

§. 215. Ausschalungen mit Faschinenmaterial.

Wo es an Geldmitteln oder tauglichen Steinen oder stärkerem Holze mangelt, können im Nothfalle Abflußcanäle über Schuttkegel oder in sonstigem leicht beweglichen Grunde auch durch Verkleidung der Wände und der Sohle mit Faschinen hergestellt werden. Bei dem Baue solcher Schalen oder Abflußcanäle sind zuerst die beiden Wände des Rinnsales auf eine Breite von 3—5 m aufzudecken, dann legt man quer durch die Sohle 0·3 m starke Faschinen, die aber mit ihren Enden mindestens 1·5 m in die beiderseitigen künftigen Böschungen reichen müssen, und befestigt sie mit 1—2 m langen, 8—10 cm starken Pfählen.

Hat die Sohle eine größere Breite, als die vorhandenen oder verfügbaren Faschinen lang sind, dann müssen diese ähnlich wie Sinkwalzen künstlich in der erforderlichen Länge hergestellt werden. Ist die Sohle hinreichend gedeckt, so beginnt man mit der Ausführung der Böschungen, wobei die Faschinen oder Spreitlagen senkrecht auf die Bachrichtung und

* Ausgedehnte Gebirgsseen pflegt man als solche zu bezeichnen, was aber streng genommen nicht richtig ist.

mit den Köpfen gegen das Rinnsal gelegt, dann mit quer darüber gelagerten Wippen oder Querstangen oder eingeschlagenen Pfählen befestigt und mit Schichten von Kies überdeckt werden. Durch abwechselnde Faschinen-, Kies- und Schuttlagen wird die bedingte Höhe des Dammes hergestellt, wobei zu der obersten Lage (Deckfaschinen) ausschlagfähige Hölzer und zur Bedeckung besseres Erdreich zu verwenden sind. Selbstverständlich ist die Decklage, die dem Angriffe des Wassers am meisten ausgesetzt ist, am sorgfältigsten herzustellen und jede Faschine mit mindestens drei bis vier möglichst tief eingeschlagenen Pfählen und starken Wippen in Abständen von 1 m zu befestigen. Die Wände sind unter einem Verhältnisse von 1 : 1¼ bis 1 : 2 anzuböschen. Sollte die Herstellung dieses Faschinenbaues zu einer Zeit geschehen, wo letztere die gewünschte Ausschlagfähigkeit nicht haben, so ist die Dammoberfläche nachträglich mit Weidenstecklingen zu bepflanzen.

§. 216. Schalungen mit Holz.

Die Herstellung von Schalungen oder Abflußcanälen unter Anwendung von Holz ist dort zu empfehlen, wo ein rasches Handeln nothwendig erscheint, oder, was noch häufiger der Fall ist, dort, wo Mangel an Mitteln die Wahl solider, dafür aber kostspieliger Bauten nicht gestattet. Handelt es sich um die Ableitung einer Quelle oder eines kleinen Wasserlaufes über ein bestimmtes Terrain hinweg, so wird das Gerinne am zweckmäßigsten aus geschnittenen Hölzern (Brettern, Pfosten, Läden) derart hergestellt, daß die Bretter durch Querleisten zu einer Schale verbunden werden. Ein Brett bildet sodann die Sohle, während zwei weitere Bretter zur Herstellung der senkrechten Wände des Gerinnes Verwendung finden. Das gesammte Holzgerinne besteht aus einer entsprechenden Anzahl von 4—6 m langen Theilstücken, die ohne eine weitere Verbindung derart ineinandergeschoben werden, daß das nächst höhere in das nächst tiefere Theilstück eingeführt wird.

Gewöhnlich werden die Wände einer hölzernen Abflußrinne mit Rücksicht auf den Kostenpunkt senkrecht gestellt und bekommt das Profil nur ausnahmsweise eine aus mehreren geraden Linien zusammengesetzte Segmentform. Solche einem Halbkreise sich nähernde Ausschalungen von Holz werden noch am häufigsten angewendet, wenn es sich darum handelt, die Geschiebe eines kleinen Wasserlaufes unter einem Brückenobjecte möglichst rasch durchzuführen, damit das letztere nicht etwa durch eine Anstauung des Geschiebes gefährdet werde. Die Wandungen eines derartigen Gerinnes werden aus Brettern oder aus gut ineinandergefügten, dreiseitig behauenen, schwachen Stammstücken (in der Stärke von 8—12 cm) hergestellt, beziehungsweise auf einer entsprechend zugerichteten Profilleere aus Holz mittelst hölzerner Nägel befestigt. Die hölzerne Leere wird aus 8—15 cm starken, an der oberen Seite behauenen Stammstücken zusammengesetzt und dient den Wandungen als Unterlage oder Polster. Für größere Abflußrinnen werden die senkrechten Wände aus zweiseitig beschlagenen und aufeinandergedippelten Stammstücken hergestellt und mit 3—4 m langen Querhölzern (Zangen, Inschlösser) befestigt, die in das Hinterland eingelassen und mit Holznadeln angeheftet werden. Die Sohle selbst ist durch nebeneinandergelegte Prügel oder durch ein gut gesetztes Pflaster (Fig. 133), das sorgfältig mit Steinabfällen verzwickt und verspannt werden muß, gegen die Angriffe des abfließenden Wassers und der mitgeführten Geschiebe zu sichern. Vor der Abpflasterung empfiehlt sich ein Ueberlegen der Sohle mit frisch gestochenen Rasenstücken, auf die dann das Steinpflaster ohne Anwendung von Sand zu setzen ist. Die Rasenunterlage drängt

mit ihrer Vegetation nach aufwärts, durchzieht das Pflaster mit neuen Wurzeltrieben, verbindet dasselbe so auf das innigste und gibt ihm einen viel höheren Grad von Dauerhaftigkeit.

Bei Abflußcanälen von über 4 m Breite ist es erforderlich, in die Sohle Querschwellen (Fig. 134) und bei noch größerer Breite auch hölzerne Längsschwellen einzulegen. Die Steinfüllung muß mit den Schwellen, welche ihrerseits wieder mit den Grundbäumen der Seitenwandungen in guter Verbindung stehen sollen, im gleichen Niveau ausgeführt und das Vorspringen einzelner Steinspitzen oder Schwellen vermieden werden. Bei der Sohlenpflasterung oder bei combinirtem Pflaster aus Stein und Holzschwellen ist die Anwendung eines bogenförmigen Profils einer horizontalen Abpflasterung vorzuziehen.

§. 217. Schalen aus Stein.

Betrachten wir nun die Herstellung der Schalen aus Stein nach ihren Bestandtheilen, so kann dem Profile die Form eines Kreisbogens oder jene der Figur 135 * gegeben werden. Erstere ist unstreitig die richtigere, letztere dagegen leichter und billiger herzustellen und dürfte dort, wo das abzuführende Geschiebe eine mäßige Größe hat, vollkommen entsprechen. So wie zu allen hydrotechnischen Bauten ist auch zu jenen der Schalen möglichst großes und festes Material zu verwenden und mit einer besonderen Sorgfalt auf die Herstellung der Sohle und deren innige Verbindung mit den seitlichen Steinbekleidungen des Gerinnes zu achten. Die Sohle, ob segmentförmig oder gebrochen geradlinig, wird aus Steinen hergestellt, die man auf den Sturz stellt, d. h. die verwendeten Steine werden nach der längsten Dimension in die Tiefe gesenkt und in gleicher Art wie bei einer guten Straßenpflasterung behandelt. Die Sohlenoberfläche selbst ist durch eine theilweise Anarbeitung der Steine nach Thunlichkeit zu ebnen, wobei zugleich alle Fugen auszuzwicken, d. h. mit kleinen Steinen auszufüllen sind. Von der sorgfältigen Ausführung der Schale hängt deren Wirkung und die Dauer des ganzen Baues ab; je weniger Angriffspunkte dieselbe nämlich den darüber abstürzenden Geschiebemassen bietet, desto gesicherter ist ihre Erhaltung.

Lassen sich die seitlichen Begrenzungen oder Einfassungsdämme der Schale nicht hinreichend tief in das natürliche Erdreich oder auf einen Schuttkegel in die Schuttmasse legen, so können sie aus unregelmäßig aufgeschichteten Steinen oder aus den am Schuttkegel vorhandenen Geschieben hergestellt werden, worauf die Innenseite und ein Theil der Krone mit einem gut ausgeführten Steinbelag (Pflasterung) zu schützen ist, welch' letzterer an der inneren Seite unter einem Verhältnisse von 1 : 1 oder 1 : 1¼ und an der äußeren unter einem Verhältnisse von 1 : 1½ oder 1 : 2 (Fig. 135) abzuböschen ist. Bezüglich des Sohlengefälles gilt als Grundsatz, dasselbe auf der ganzen Strecke möglichst auszugleichen, wenn eine solche Vertheilung nicht etwa mit unverhältnißmäßigen Kosten verbunden ist. Soll z. B. eine Schale auf einem Schuttkegel ausgeführt werden, dessen Gefälle nach den Gesetzen der Ablagerung von oben nach unten abnimmt, so ist das Gefälle der Schale nach aufwärts steigend anzunehmen und sind dann nur grobe Gefällsbrüche zu vermeiden. Für die Erhaltung eines Schalenbaues ist dessen Ueberwachung und die sofortige Ausbesserung auch der kleinsten Schäden von größter Wichtigkeit.

---

* Schale der Guppenrunsausleitung in der Gemeinde Mittlödi im Schweizer Canton Glarus.

Es ist nicht unter allen Verhältnissen möglich, auch gestatten es nicht immer die Mittel, den Schalen ein derartiges Profil zu geben, daß sie für alle kommenden Muhrgänge ausreichen und die herabkommenden Geschiebe zu fassen vermögen. Um sich nun gegen Ausbrüche zu sichern, die bei größeren Muhren in Schalen mit kleinem Profil unvermeidlich eintreten müßten, kam man auf die Idee *, den Schalen von Strecke zu Strecke eine beckenartige Erweiterung (Fig. 136) zu geben. In diesen Schalenerweiterungen nun deponiren die Muhrgänge einen Theil ihrer Geschiebe, die dann später von dem gewöhnlichen Wasserabflusse langsam hinweggeräumt, d. h. nach der Tiefe geschafft werden. Die eingefügten Schalenerweiterungen sind namentlich dort zu empfehlen, wo man aus Sparsamkeitsrücksichten den kostspieligen Bau von sehr weiten Schalen, wie solche bei Führung von Geschieben in größerer Menge unerläßlich sind, vermeiden muß.

Der Arbeits- und Kostenaufwand, den der Bau einer Schale verursacht, muß nach den Einheitsleistungen bemessen werden, d. h. ob und unter welchen Bodenverhältnissen Massenbewegungen nothwendig sind, in welcher Form und Dimension die Hölzer und Steine zugerichtet werden müssen u. s. w.

§. 218. Thalsperren im Allgemeinen.

Thalsperren sind Bauten, die das Gefälle eines Wildbaches verringern und damit einerseits einen großen Theil der zerstörenden Kraft des Wassers aufheben sollen, während andererseits damit auch eine Erhöhung der Bachbettsohle erreicht wird. Sie ermöglichen insbesondere durch die Hebung und Erweiterung der Bachsohle eine rasche Beruhigung der bereits angebrochenen Berglehnen und halten große Massen von Geschieben unschädlich in den Bergen zurück. Die Wirkung der Sperren beschränkt sich daher nicht ausschließlich auf den Schutz der Bachsohle, sondern sie tragen zur Bildung eines neuen Bachbettes, und zwar zur Hebung des Wasserlaufes bei. Mit der Sohlenhebung tritt folgerichtig auch eine Sohlenerweiterung ein, und zwar in der Weise, daß damit genügend Raum für die Neubildung und Befestigung der seitlich angegriffenen Böschungsfüße geschaffen wird.

Die Wirkung einer Thalsperre hört nicht auf, wenn das durch sie geschaffene Sammelbecken hinterfüllt ist.

Diese Annahme ist durch die Erfolge einer 6 m hohen Thalsperre, und zwar in der Riese von Valtur bei Trimis in der Schweiz **, berechtigt. Aus dem Längenprofil des Tobels, und zwar vor und nach erfolgter Ausführung der Thalsperre (Fig. 137), ersieht man die Wirkung der Geschiebeablagerung, die in der 84 m langen Profilstrecke 1—11 eine der Sperre entsprechende Höhe erreicht und innerhalb dieser Strecke eine neue Sohle gebildet hat. Das Profil, namentlich die horizontale Strecke 5—6, zeigt deutlich, wie die Schuttanhäufung nach aufwärts fortschreitet. Die Fortsetzung dieser Ablagerung ist mindestens unter dem gleichen Winkel, unter dem dieselbe unten begonnen hat, zu erwarten und dürfte ihren Abschluß am Durchschneidungspunkte der neuen und geringeren Gefällslinie mit jener der älteren und stärkeren finden. Voraussichtlich wird nach erfolgter Gefällsausgleichung oder Gefällsverminderung nur das feine Geschiebe abgeführt werden,

* Derartige Schalen sind an der Baie de Chlarens, Schweizer Canton Waadt, ausgeführt worden und sollen ganz gut entsprochen haben.

** Eingabe der Regierung des Cantons Graubünden an den Schweizer Bundesrath, betreffend die Verbauung der Nolla, von Adolf Salis, Ober-Ingenieur des Cantons Graubünden, 1870, p. V.

das gröbere dagegen liegen bleiben und somit eine Ablagerung noch über den 540 m oberhalb der Sperre als Ende angenommenen Punkt hinauf schreiten.

Die gleiche Wirkung wird auch die um 2 m geplante Erhöhung oder der Aufbau der Sperre erzielen. Unter dieser Voraussetzung berechnet, beträgt die auf diese Weise annähernd zurückgehaltene Schuttmasse:

a) der dermalen bestehenden Ablagerung mit . . . . . 16.500 m³
b) dazu der weiteren Deponirung bis zur vollständigen Gefällsausgleichung, und zwar in Rücksicht
   α) der ursprünglichen Höhe der Sperre mit . . . . . 21.300 „
   β) des ausgeführten Erhöhungsbaues . . . . . 21.300 „
   zusammen . . 59.100 m³

Die eine Sperre hatte somit schon 16.500 m³ Geschiebe zur Ablagerung gebracht, welches Quantum nach erfolgter Erhöhung und nach längerem Bestehen des Querbaues auf 59.100 m³ anwachsen wird, während einer einfachen horizontalen Hinterfüllung nur ein Quantum von 3400 m³ entsprechen würde.

Aus diesem Beispiele lassen sich sonach für den Hydrotechniker drei wichtige Grundsätze folgern:

1. Die Wirksamkeit einer am rechten Orte erbauten Thalsperre hört mit deren Hinterfüllung nicht auf, sondern setzt sich noch eine lange Zeit darüber hinaus fort.

2. Das durch eine Thalsperre zurückgehaltene Geschiebe überwiegt bedeutend jenes Quantum, das einer einfachen horizontalen Hinterfüllung entsprechen würde.

3. Thalsperren vermindern das Gefälle und damit die geschiebeführende Kraft eines Wasserlaufes.

Der Umfang des Anbruchterrains, die Wasser- und Gefällsverhältnisse des Baches, sowie die Ausdehnung seines Sammel- und Durchflußgebietes, weiter die Form der Querprofile und schließlich die Masse und Größe des abgehenden Geschiebes sind bestimmend für die Wahl des zum Baue auzuwendenden Materiales, für die Anzahl der erforderlichen Objecte und den Grad der anzustrebenden Festigkeit, sowie für die Anordnung der den Verbauungsobjecten zu gebenden Dimensionen.

Die Form und Art der Ausführung einer Sperre hängt von dem verfügbaren Baumateriale ab. Mit Rücksicht auf die Construction einer Thalsperre unterscheiden wir drei wesentliche Theile derselben:

1. den Damm, d. i. der dem Wasserlaufe entgegengestellte Körper;

2. das Vorfeld, Fall- oder Sturzbett, dessen Aufgabe in der Sicherung des Fundamentes der Sperre liegt und zugleich Kolkungen und damit Unterspülungen des Fußes durch das herabfallende Wasser und Geschiebe hintanhalten soll;

3. die beiderseitigen Widerlagen, die theilweise eine feste Anlehnung des Dammes an die Uferböschungen ermöglichen, theils auch gegen eine Hinterspülung die erforderliche Sicherheit gewähren sollen.

Mit Rücksicht auf das zur Anwendung kommende Material unterscheidet man:

a) Thalsperren von Packwerk oder einem ausschlagfähigen Faschinenmaterial,
b) Thalsperren von Holz und
c) Thalsperren von Stein.

§. 219. Thalsperren aus Faschinenmaterial.

a) Sperren von Packwerk.

Sperren von Packwerk, d. h. solche, wo der Körper der Sperre aus abwechselnden Lagen von Kies und Faschinenmaterial hergestellt wird, empfehlen sich zur Anwendung:

1. in Wildbächen, wo die beiderseitigen Böschungen aus so leicht beweglichem Materiale bestehen, daß eine Ausführung von festen und haltbaren Widerlagen für einen massiven Bau unmöglich erscheint;

2. an Bächen, wo der vom Wasser mitgeführte Schlamm den Bau hermetisch umschließt und damit dessen Dauerhaftigkeit und Widerstandsfähigkeit vermehrt;

3. wo es sich um die Verbauung neuer, noch wenig ausgebildeter Runsen und Erdrisse handelt;

4. wo die abgehenden Geschiebe nicht von übermäßiger Dimension sind;

5. in jenen Fällen, wo es sich um rasche und billige Herstellung von Einbauten handelt, die späterhin durch solideres Material ersetzt werden sollen.

Zur Ausführung von Sperren aus Packwerk bedient man sich je nach dem Umfang des zu erbauenden Objectes sehr verschiedenen Materiales. Bei Verbauung kleiner, schmaler Runsen genügen Erlen- und Weidengebüsche, bei größeren Einrissen verwendet man dicht benadelte Fichten- oder noch besser Tannenstämmchen, in ansehnlichen Wildbächen schließlich kommen nur größere, aber gleichfalls gut und möglich voll beästete Nadelhölzer zur Anwendung, von denen wieder die mit einer großen, astreichen Krone die zweckdienlichsten sind.

Der Damm der Sperre wird aus mehreren Lagen dicht aneinander gedrängter Stämmchen oder großer Baumstämme gebildet, die parallel zum Bachlaufe mit der Krone stromaufwärts gelegt werden. Jede Lage wird durch einige quergelegte Latten (Wippen) oder Stammstücke niedergehalten und verbunden. Die Zwischenräume sind, ehe eine zweite Lage aufgeschichtet wird, mit dem im Bachbette vorhandenen Geschiebe auszuschweren. Die in dieser Art aus Bäumen in mehreren Schichten hergestellten Faschinensperren haben verhältnißmäßig eine sehr lange Dauer, weil die Zerstörung durch Fäulniß und Abnützung nur an den vorderen Köpfen wirksam ist, während der ganze hintere Theil in einem mit Schlamm und Schutt dicht erfüllten Bette fast luftdicht abgeschlossen ist. Diesen Thalsperren ist an ihrer thalwärts gekehrten Seite, wo die Stämme mit ihrer Abschnittsfläche liegen, eine Böschung oder ein Einzug von mindestens $^1/_3$—$^1/_5$ der Höhe zu geben. In Fig. 138 ist der Grund- und Aufriß einer solchen Sperre dargestellt.

Am Fuße der Faschinensperre werden zwei Reihen von Pfählen a mit einer mittleren Stärke von 10—15 cm derart geschlagen, daß sie circa 0·5 m über den Boden hervorragen. Der Raum zwischen den zwei Pfahlreihen wird sodann auf eine Tiefe von 1—1·5 m ausgehoben und mit 1 m starken Senkfaschinen b ausgefüllt. Vor der vorderen Pfahlreihe wird noch ein Steinwurf c aus möglichst großen Steinen hergestellt.

b) Lebende Sperren.

Lebende Sperren sind Querbauten, zu deren Herstellung ein ausschlagfähiges Material verwendet wird. Derartige Anlagen werden, wenn die Bodenverhältnisse nur einigermaßen die nothwendigen Vorbedingungen enthalten, in einer mehr oder minder kurzen Zeit antreiben, d. h. sich bewurzeln und fortwachsen, sonach fortgesetzt an Festigkeit und Widerstandsfähigkeit zunehmen. Solche Anlagen eignen sich somit in erster Linie und unter manchen Verhältnissen ganz ausschließlich zur Beruhigung der in einem Anbruchsgebiete vorkommenden Einrisse oder Runsen, indem sie sich die erforderliche Festigung durch Bewurzelung selbst zu schaffen vermögen. Thatsächlich werden auch lebende Sperren, und zwar in der mannigfachsten Form und Gestaltung mit bestem Erfolg für den Zweck der Beruhigung der Wildbäche im Speciellen und bei der Festigung wunder Flächen im Allgemeinen verwendet, nur muß — und das ist eine Grundbedingung — ausschlagfähiges Material in der geeigneten Zeit zur Benützung gelangen.

Die Anlage lebender Sperren wird sich somit empfehlen:

1. im unmittelbaren Sammelgebiete eines Wildbaches zur Beruhigung von untergeordneten Runsen oder Einrissen;

2. unter Bodenverhältnissen, welche auf ein Antreiben des Faschinenmaterials rechnen lassen;

3. zur Bindung und Festigung der Hinterfüllung bei größeren Querbauten, und

4. dort, wo ausschlagfähiges Material vorhanden ist und auch die bezüglichen Arbeiten zur geeigneten Zeit ausführbar sind.

Thalsperren aus Faschinenmaterial werden entweder wie Senkfaschinen — Faschinenwürste — hergestellt oder erhalten die Form von Flechtwerken; in Folge dessen können wir die unterschiedlichen Formen der lebenden Sperren im Großen und Ganzen untertheilen:

1. in Thalsperren aus gebundenen Faschinen,
2. in Thalsperren aus einfachen Flechtzäunen und
3. in Thalsperren aus doppelten Flechtzäunen mit Geschiebefüllung.

In Runsen oder Einrissen, deren Breite die Länge des verfügbaren Faschinenmaterials nicht überschreitet, werden gebundene Faschinen, sogenannte Würste, ähnlich wie Senkfaschinen, als Absperrbauten verwendet. Das Binden des losen Faschinenmaterials zu Würsten oder Walzen geschieht am besten mit Weiden oder einem weichen Draht; das Innere kann auch mit Steinen ausgefüllt oder ausgeschwert werden. Die fertigen oder gut gebundenen Walzen werden sodann in sehr schmalen Einrissen oder Runsen parallel zum Wasserlaufe, in breiteren Rinnsalen dagegen senkrecht auf die Abflußrichtung in das Bett des Einrisses gelegt und mit Pfählen aus ausschlagfähigem Gehölz vernadelt, beziehungsweise an die Sohle des Gerinnes befestiget, während die Enden der Walze in die seitlichen Hänge möglichst weit einzubetten sind. Das seitliche Einbetten der Faschinenwürste in das Material der Runse, desgleichen eine theilweise Anfüllung bergwärts bieten dem Faschinenmaterial ein genügendes Bett zur Bewurzelung.

Um den Wasserabfluß möglichst in der Mitte zu erhalten, ist es zweckmäßig, die Enden der Faschinenwürste etwas höher als die mittlere Partie zu legen, d. h. es bekommt ein solcher Absperrbau im Profil die Form eines Kreisausschnittes. In breiteren Runsen dagegen werden Thalsperren aus einfachen Flechtzäunen besser entsprechen und sind in der Weise herzustellen, daß man in das Runsenbett senkrecht auf den Wasserlauf Pfähle in einer geraden Linie einschlägt, diese sodann mit ausschlagfähigem Material verflicht, wobei indeß darauf zu achten ist, daß die Flechtruthen wenigstens mit dem einen Ende möglichst tief in den Boden eingegraben, beziehungsweise versenkt werden. Wenn die eingerammten Pfähle — Stangen — in gleicher Höhe abgeschnitten und durch einen aufgezapften oder aufgenagelten Holm untereinander verbunden werden, so gewinnt die Anlage an Standfestigkeit und Dauer.

Dieser Holm kann auch aus zwei Theilen bestehen, die dann unter einem stumpfen Winkel in der Mitte der Runse derart verbunden werden, daß die Verbindungsstelle tiefer als die beiden Seiten des Flechtzaunes zu liegen kommt, wodurch der Abfluß der Wassermassen nach der Runsenmitte geleitet wird. Selbstverständlich müssen die Pfähle in diesem Falle entsprechend zugeschnitten werden. In einem breiteren Gerinne kann das Holmholz sogar aus drei Theilen bestehen, in welchem Falle dann das mittlere Stück horizontal, die Seitenstücke gegen den Berghang zu aufsteigend anzubringen sind.

Auf einem sehr beweglichen Grunde und dort, wo der Bach verhältnißmäßig nur kleines Geschiebe führt, können unter Umständen auch Sperren aus Flechtwerk mit Stein- oder Geschiebefüllung erfolgreich angewendet werden.

Die Construction solcher Flechtwerksperren ist folgende:

Stangen von 8—10 cm Stärke und 2—2·5 m Länge werden bis zu einer Tiefe von 1—1·2 m in drei bis vier Reihen geschlagen, sodann mit Weidenzweigen kreuzweise verflochten. Die Pfähle werden in Abständen von 1—1·2 m und die Pfahlreihen in Entfernungen von circa 1 m gestellt. Die Sperre erhält im Grundriß eine bogenförmige Gestalt und wird mit dem Scheitel gegen die Stromrichtung gestellt. Die durch das Flechtwerk gebildeten 1 m hohen Körbe werden mit Steinen oder Geschiebemassen gefüllt und an der Oberfläche abgepflastert.

Zum Schutze gegen allfällige Unterspülung wird vorne und im Rücken der Sperre eine Senkfaschine gelegt und das Fallbett auf einige Meter Breite noch überdies mit Steinen gepflastert. Das Pflaster schließt mit einem kleinen Flechtzaun ab, der die Stelle einer Grundschwelle vertritt.

Die Korbsperren gewinnen an Dauerhaftigkeit und Widerstandsfähigkeit, wenn zu dem Flechtwerke ausschlagfähiges Material verwendet wird.

Fig. 139 ist eine Thalsperre aus Flechtwerk mit Steinfüllung, und zwar: Querschnitt a b auf lockerem, c d auf felsigem Untergrunde.

§. 220. Thalsperren von Holz.

Diese sind anwendbar:

1. in waldreichen Gegenden, wo mittelst der Thalsperren minder werthvolle Flächen geschützt werden sollen, demnach ein großer Kostenaufwand nicht gerechtfertigt ist und man die frühzeitig schadhaft werdenden Bauten auch leicht wieder durch neue zu ersetzen vermag;

2. wenn es sich nur um den Schutz für eine bestimmte Zeit handelt, bis allenfalls ausgedehnte und abgestockte Waldflächen der Wiederverjüngung zugeführt werden;

3. als reine Nothbauten oder Provisorien, um später durch solide, aus Stein hergestellte Thalsperren ersetzt zu werden, und

4. bei beschränkten Geldmitteln.

Die Wirkung ist bei Holz- und Steinsperren die gleiche, nur sind letztere in Rücksicht ihrer größeren Dauerhaftigkeit den ersteren vorzuziehen, obwohl auch Thalsperren aus Holz eine verhältnißmäßig sehr lange Dauer haben, wenn nicht etwa eine raschere Abnützung durch die allenfalls herabkommenden groben Geschiebe eintritt. Ueber die Dauer einer hölzernen Thalsperre liegen noch viel zu wenig Erfahrungen vor, um daraus einen sicheren Schluß ziehen zu können; immerhin sind wir zu der Annahme berechtigt, daß hölzerne Thalsperren unter günstigen Verhältnissen, d. i. in einem Gerinne, wo nur Geschiebe von mäßiger Größe herabkommen, 40—50 Jahre mit Erfolg functioniren werden. Selbstverständlich wird eine Thalsperre aus Holz die Dauer mehrerer Decennien nur dann erreichen, wenn der Bach neben dem Geschiebe auch einen bindenden Schlamm führt, so zwar, daß die zurückgehaltenen und angesammelten Geschiebe durch den Schlamm und die eigene Schwere zu einer festen Masse zusammenbacken und sodann auf den Körper der Sperre keinen Druck ausüben. Es können unter solchen Verhältnissen die Sperren selbst dann noch immer ihren Zweck erfüllen, wenn die Hölzer nahezu vollständig vermorscht sind.*

---

* Im Salzkammergute sind in den Zwanzigerjahren im Sammelgebiete des Gosaubaches 23 Wildbäche mittelst 155 hölzerner Thalsperren verbaut worden, von denen gegenwärtig 64 als reparaturbedürftig bezeichnet werden müssen, während 91 Stücke sich in einem ziemlich guten baulichen Zustande befinden.

Von den baufälligen Sperren sind einzelne bereits in einem hohen Grade vermorscht, functioniren aber trotzdem noch ganz gut. Die Sperren sind aus 4—14 Balkenlagen gebildet und bis 4 m hoch. Der Grund endlich, in dem die Sperren erbaut worden sind, ist der leicht verwitterbare Gosauschiefer.

Diese Zeitdauer wird aber genügen, wenn es sich um eine Wiederbewaldung selbst unter sehr schwierigen Verhältnissen handeln sollte. Wir können daher mit dem Aufwande geringer Kosten zu demselben Erfolge gelangen, den uns kostspielige Steinbauten sichern. Ein weiterer Vorzug der Thalsperren aus Holz ruht noch darin, daß sie mit Rücksicht auf ihre Fügung den Gefahren einer Unterspülung nicht in dem hohen Grade wie steinerne Thalsperren ausgesetzt sind, d. h. ein Schaden am Fall- oder Sturzbett einer Steinsperre kann, ehe noch eine Ausbesserung derselben möglich ist, eine Unterwaschung und damit den Einsturz der Sperre hervorrufen, während sich bei einer Holzsperre die Unterspülung bis in die seitlichen Anbindungsstellen der Sperre erstrecken müßte, ehe diese zum Sturze kömmt. Die Thalsperren von Holz sind je nach ihrer Krone und der Neigung ihrer thalabwärts gestellten Wand (Sturzseite) von mannigfacher Construction. Fig. 140 gibt uns das Bild einer Holzsperre, bei welcher die Sturzseite mit einem Einzug (Böschung) angelegt ist. Diese Art der Ausführung von hölzernen Thalsperren ist, wie die Erfahrung gelehrt hat, nicht zu empfehlen, denn das vorstehende Holzwerk unterliegt durch die darüber abstürzenden Wasser- und Schuttmassen rasch der Abnützung.

Günstiger ist die Ausführung einer Holzsperre nach Art der Fig. 141, wo die Sturzseite vertical und vollständig eben hergestellt ist. Für Wildbachverbauungen mit Holz, wo die Profilweite der Gerinne 12—50 m und darüber beträgt, empfiehlt sich*, und zwar bei einer Thalweite, die 12 m nicht überschreitet, die Anwendung einer einfachen Balkenwand (Fig. 141), bei größeren Dimensionen, wo es sehr schwer und kostspielig wird, hinreichend starke und lange Hölzer zu erlangen, die Herstellung der Abschlußwände aus zwei (Fig. 142) oder drei Theilen (Fig. 143), oder statt der letzteren Construction z. B. bei sehr weiten Thälern die Ausführung eines Kastenbaues (Fig. 144), wie ein solcher bei Klausbauten in Anwendung gebracht wird. Die Kästen füllt man sogleich mit Steinen aus oder überläßt diese Ausfüllung dem geschiebeführenden Bache.

Wo das disponible Holz nicht die erforderliche Stärke besitzt, so daß die Befürchtung nahe liegt, es könnten die hergestellten Wände dem Drucke der dahinter gelagerten Schuttmassen nicht den entsprechenden Widerstand leisten, sind doppelte Absperrwände, die dann untereinander zu verdippeln sind, anzuwenden. Die Balken der aus mehreren Theilen zusammengesetzten Abschlußwände sind an ihrer Vereinigung durch Ueberplattung und mittelst einiger Klammern oder Holznägel fest zu verbinden. Eine derartige, aus zwei oder drei Wänden bestehende Sperre suchen die dahinter abgelagerten Schuttmassen, d. h. der von ihnen ausgehende Druck derart in ihrer Verbindung zu trennen, daß die Köpfe der Balken rückwärts an ihre Widerlager angepreßt werden. Tritt nun der Uebelstand hinzu, daß die Köpfe oder das Ende der die Holzwände bildenden Hölzer nicht in festen Fels, sondern in ein leicht bewegliches Material, z. B. in die weiche Erde der Bachufer, gelegt werden müssen, dann sind für dieselben Widerlager, die ausreichend gegen die Schiebkraft gesichert sind, herzustellen, so daß eine horizontale Bewegung oder Verschiebung der Wandhölzer nd damit eine ernste Gefährdung der ganzen Sperre nicht leicht möglich wird. Die erstellung solcher Widerlager geschieht am entsprechendsten in folgender Weise: In em Bachufer, wo die Enden der Sperrwände eingelassen werden sollen, hebt man eine ntsprechend weite Grube aus und versichert deren Rückwand, gegen welche der Schub

* „Die Gebirgsbäche und ihre Verheerungen, wie Mittel zur Abwendung der letzteren," von Franz Rüller, königlich bayrischer Eisenbahnbau- und Betriebsingenieur, 1857.

gerichtet ist (Fig. 145), zuerst durch eine Reihe von in den Boden fest eingeschlagenen Pfählen a, an die sich eine Wand von Querhölzern b zur Erbreiterung der Druckfläche anschließt. An diese letztere Querwand b wird dann das Ende der Sperrwand c angestoßen und der übrige Raum der Grube noch mit Steinen fest verkeilt.

Sind Kastensperren in breiten Thälern anzulegen, deren Sohle, wie dies häufig anzutreffen ist, aus einer mehr oder minder mächtigen, mit Lehm und Sand gemischten Schichte von Geschiebe und Schotter besteht, so ist der kastenartige Sperrdamm auf einen solid hergestellten Pfahl- oder Schwellrost aufzusetzen. Zur weiteren Sicherung des Baues gegen eine Unterspülung ist an der oberen, dem Stromstriche zugekehrten Seite des Rostes eine Spundwand herzustellen. In grobsteinigem Boden müssen jedoch die 10—12 cm starken Spundpfähle (Bohlen) mit einem Schuh aus Blech versehen werden.

Die Herstellung einer Kastensperre, sowie deren Fundirung kann am zweckmäßigsten in folgender Weise geschehen. Für das Fundament werden drei Reihen 0·16 m starke Piloten in Abständen von 1 m möglichst tief in den Boden eingeschlagen, mit rauh zugerichteten Kronschwellen oder Holmhölzern verbunden und dann mit einer Lage von Querschwellen verdippelt. Innerhalb der Piloten wird das Geschiebe auf eine Tiefe von 1·3 m ausgehoben; in die Gruben werden 1 m starke Senkfaschinen eingelegt, so daß sie bis circa 0·3 m unter die Kronschwellen heraufreichen. Die durch das fortgesetzte Legen von Block- oder Wehrhölzern nach der Länge und Quere gebildeten Kästen werden schichtweise mit untereinander sorgfältig verkeilten Steinen ausgelegt. Dabei ist darauf zu achten, daß die aufeinanderfolgenden Schichten auch untereinander in gute Verbindung gebracht werden, wodurch die möglichste Verspannung und Sicherheit des ganzen Objectes am besten erreicht wird. Die unterste Steinschichte muß dabei mindestens 0·3 m unter die Kronschwelle, somit bis auf die Senkfaschine, bezüglich 0·15 m unter die Pilotenköpfe und 0·3 m aufwärts über die Höhe des Schwellrostes reichen. Auf diese Art wird die unterste Lage der Sperrwand mit dem Roste und einem Theile der Pilotenköpfe in feste Verbindung gebracht und damit die größte Widerstandsfähigkeit gegen eine horizontale Verschiebung erreicht. In gleicher Weise werden auch die Flügel oder Widerlager der Sperre versichert und ausgeführt.

Auf felsigem Grunde entfallen die Piloten, die Faschinen und selbstverständlich auch die Spundwand und ist unter so bewandten Verhältnissen der einfache Schwellrost (liegende Rost) höchstens 0·3 m tief in den Felsen einzulassen, wenn nicht entweder der Kastenbau ohne Rost unmittelbar auf die eben zugerichtete Felsenbasis gesetzt wird.

Mit Vortheil lassen sich Holzsperren in einem mittelgroßen Bachgerinne in ganz gleicher Weise wie ein Kastenbau eines Uferschutzobjectes herstellen; nur werden sie nicht parallel, sondern senkrecht auf den Stromstrich gestellt. Die Wandungen erhalten je nach der Breite des Bachgerinnes eine innere lichte Weite von 1·5—2 m und kann das Füllmaterial auch auf einen Schwerboden aus Stangen gelagert werden.

§. 221. Das Sturzbett* und die Widerlager.

Das Sturz- oder Fallbett, d. i. jener Theil des Bachgerinnes, auf welchen die über die Krone der Sperre abfließenden Wassermassen niederfallen, muß gegen das Ausstoßen oder Auskolken entsprechend versichert werden. Sollte kein natürlicher Felsen

* Siehe §. 163.

vorhanden sein, der selbstverständlich jede Versicherung entfallen macht, so genügt für kleinere Holzsperren eine Abdielung des Fallbettes, und zwar für mittelhohe Sperren eine einfache, für höhere Sperren eine doppelte Holzdielung. Von gutem Erfolge ist auch die Herstellung eines pilotirten Rostes, dessen Oberfläche abgepflastert oder mit schwachem Gehölz überdeckt wird, als Sturz- oder Fallbett. Bei Sperren von bedeutender Höhe wird das Fallbett selbstverständlich in einem höheren Maße gefährdet werden; es ist demnach in einem solchen Falle die Anlage einer zweiten, niedereren Sperre, und zwar einige Meter vom Fuße der Hauptsperre entfernt, zur Sicherung der Hauptanlage unerläßlich nothwendig. Sind die Seitenböschungen des Bachprofiles natürlicher Felsen, so wird in beiden Thalwänden durch Aussprengung ein genügender Anlehnungsraum für den Körper oder die Sturzwand der Sperre geschaffen und diese in die Felswände eingelassen.

Solche natürliche Widerlager, sowie ein felsiges Sturzbett bieten selbstverständlich die höchste Sicherheit. Man sucht deshalb bei Auswahl der Baustelle auch thunlichst derartige Oertlichkeiten, wenn sie überhaupt vorhanden sind, anszunützen. Bei festem Fels reicht oft auch eine Fundirung von 0·2—0·3 m hin. In brüchigem Felsen muß die Fundirung tiefer gehen. Bei hölzernen Thalsperren und felsiger Thalsohle kann der Grundbaum der Sperre in den Fels eingelassen oder auch einfach daraufgestellt werden. Ist aber das Bett mit einer mächtigen Kiesschichte überlagert, so ist es nicht möglich, bis auf die Felsenschichte hinabzugehen; dann legt man die unterste Schwelle einen Meter unter die Bachsohle, versichert sie aber nach auf- und abwärts mit einem starken Pflaster. In weichem Felsen müssen bei hölzernen Sperren die Köpfe der das Bachbett abschließenden Balken 1—2 m tief, bei beweglichem Terrain aber möglichst durch die ganze der Ablösung oder Abrutschung unterworfene Schichte im Thalrande gelegt und mit Pfählen und Steinen fest verwahrt werden.

Zur weiteren Versicherung der Thalsperre aus Holz, wenn diese nur aus einer einfachen Wandung von übereinandergelegten Rundholzstücken besteht, empfiehlt sich die Anwendung von Inschlössern, Zangen oder Querhölzern. Zu Inschlössern nimmt man schwächere Bäume mit möglichst dichter Beästung (Tannenstämmchen) und fügt sie mit dem Stammende in den Körper der Sperre (Fig. 146) ein, während die Krone oder der Baumgipfel in der Richtung gegen den Stromstrich, daher thalaufwärts in das Bachgerinne gelegt und mit Heftstecken befestigt wird. Eine entsprechende Beschwerung der Baumkronen mit Geschiebe kann die Widerstandsfähigkeit nur fördern. Die Inschloßbäume werden mit der zunehmenden Verlandung der Sperre von den sich ablagernden Geschieben hermetisch eingeschlossen, erhalten sich daher durch sehr lange Zeit in brauchbarem Zustande und tragen wesentlich zur Vermehrung der Widerstandsfähigkeit des gesammten Baues bei.

In bewegtem Terrain — und in einem solchen müssen sehr oft zur Erzielung der gewünschten Beruhigung Thalsperren errichtet werden — ist die Gefahr einer seitlichen Hinterspülung der hölzernen Sperrwand mehr zu fürchten und auch von nachtheiligeren Folgen begleitet, als eine Unterspülung oder Auskolkung am Fuße der Sperre. Um solche seitliche Hinterspülungen hintanzuhalten, müssen anschließend an den Körper der Sperre und mit diesem in Verbindung thalaufwärts Flügelwehren erbaut werden. Diese seitlichen Schutz- oder Flügelwehren a (Fig. 146) sind um eine oder zwei Baumlagen höher zu halten als der Körper der Sperre, jedoch im Uebrigen wie diese herzustellen, d. h. besteht die Sperre aus einer einfachen Wand oder aus einem Kastenbau, so ist auch das Schutzwehr aus einer einfachen Wand oder aus mit Steinen gefüllten Kästen

herzustellen. Im ersteren Falle muß aber die einfache Wand in dem dahinter liegenden Ufergelände mittelst Zangen wie ein einfacher Uferschutzbau befestigt werden.

In manchen Fällen wird es genügen, wenn man der Krone der Sperre eine derartige Form gibt, daß das Wasser gezwungen ist, seinen Abfluß stets in der Mitte des Bachgerinnes zu nehmen, d. h. die Sperren bekommen seitliche Ueberhöhen.

Wenn ein Triftbach mit einem System von Thalsperren aus Holz verbaut werden soll, dann dürfen die Sperren keine bedeutenden Höhen erhalten und kann 2—3 m diesfalls als das zulässig höchste Ausmaß angesehen werden. Mit Rücksicht auf Form wird der Kastenbau der einfachen einwandigen Sperre vorzuziehen sein. Die Krone des Kastenbaues ist sodann schalenförmig herzustellen, mit schwachen Stangen oder Halbklüften zu überdielen, wobei die Dielung parallel zum Stromstrich zu legen ist. Noch zweckmäßiger ist die Herstellung einer schalenförmigen Schutztenne über die Krone der Thalsperre, damit das Wasser, namentlich aber das Triftholz, nicht unmittelbar am Fuße der Sperre, sondern in einer Entfernung von demselben zurück in das Bett des Triftbaches gelangen kann.

Die Fig. 146 und 147 sind Thalsperren von Holz mit einfacher und doppelter Wandung, mit Flügelwehren, schalenförmigem Profil und der angedeuteten Dielung.

§. 222. Thalsperren aus Stein.

Die Anwendung von Thalsperren aus Stein wird sich empfehlen:

1. dort, wo das erforderliche Steinmaterial in entsprechender Menge und Güte entweder unmittelbar an oder doch in nächster Nähe der Baustelle vorhanden ist;
2. wenn der Baugrund denjenigen Festigkeitsgrad besitzt, um ein massives und schweres Object ohne Gefährdung seines Bestandes ausführen zu können, d. h. wo ohne große technische Schwierigkeit der Körper der Sperre gegen die Angriffe des Wassers versichert werden kann;
3. wenn es sich um die Verbauung größerer Bachläufe handelt, d. h. von Gerinnen, die fort und fort bedeutende Wasser- und Geschiebemassen führen;
4. wenn die Verbauung eines Wildbaches unausgesetzt fortbestehen muß und damit werthvolle Culturgründe oder Objecte geschützt werden sollen;
5. wo das erforderliche Holz zum Baue einer hölzernen Sperre nicht in genügender Menge oder Stärke vorhanden sein sollte.

Bei den Thalsperren von Stein ist die Form noch mannigfacher als bei jenen von Holz. Unter allen Verhältnissen ist der Sperre als Grundform diejenige eines liegenden Gewölbes zu geben, dessen Scheitel thalaufwärts gerichtet ist. Bezüglich der Bogenhöhe sind die Ansichten noch getheilt. So verlangen einige Hydrotechniker, daß die Sturz- oder Stirnwand der Thalsperre stets ein gegen die Runse gerichtetes Kreissegment sein solle, und zwar je näher dem Halbkreise, desto besser. In der Regel soll nach der Ansicht derselben nicht unter einen Centriwinkel von 150° oder eine Bogentiefe gleich $^1/_3$ der Sehne c d (Fig. 148) $= \frac{a\,b}{3}$ gegangen werden.

Andere vertreten wieder die Ansicht, daß der Zweck der Bogenform einer Sperre in der größeren Widerstandsfähigkeit gegen den Stoß der herabkommenden Geschiebemassen liegt. Die Sperre erfordert eine beiderseitige feste Anlehnung, die aber um so mehr verloren geht, je mehr man sich der Kreisbogenform nähert; denn während der Druck eines flachen Bogens mehr gegen die Seitenwände der Schlucht wirkt, läuft er beim Halbkreise oder einem demselben sich nähernden Segmente parallel zu denselben und verliert jeden natürlichen Widerhalt, der dann erst durch künstliche Widerlagen geschaffen werden muß. Ueberdies läßt sich aus dem in der Regel zu Gebote stehenden rohen

Materiale ein flacher Bogen geschlossener herstellen und macht auch bei dem Mangel natürlicher konischer Gewölbsteine die geringere Anwendung von Verkeilungen mittelst kleiner Steine nothwendig. Wie die Erfahrung lehrt, liefert ein flacher Bogen bei Anwendung großer Steine und einer festen, sorgfältigen Verspannung vollkommene Sicherheit gegen das Verschieben der ganzen Mauer oder gegen das Herausdrücken einzelner Steine. *

Bezüglich der Stirnseite der Sperren sind die Ansichten gleichfalls darüber getheilt, ob dieselbe mit Böschung oder senkrecht herzustellen sei. Einzelne Hydrotechniker geben den Sperren eine Böschung bis zu ein Fünftel der Höhe, womit sie deren Standfestigkeit zu vergrößern glauben. ** Sie sind nämlich der Ansicht, daß, wenn auch der Fuß der Sperre direct vom abfallenden Wasser getroffen wird, dieses doch durch den gebrochenen Lauf an der schiefen Stirnseite sehr bedeutend an Kraft verliert, wodurch die Gefahr der Unterspülung wesentlich vermindert wird. Hervorragende Schweizer Hydrotechniker verlangen dagegen eine senkrechte Stellung der Stirnwände bei Thalsperren, und zwar weil

1. das darüber im Bogen abfallende Wasser nicht unmittelbar durch seine ausstoßende Wirkung den Fuß der Sperre bedrohe;

2. die sehr in Betracht zu ziehende Abnützung der Sperrwände durch den Stoß des Wassers sich bei geböschten Stirnwänden auf die ganze Fläche ausdehne, bei senkrechter Stellung aber nur auf die oberste, leicht zu ersetzende Schichte beschränke;

3. bei Böschungen der Vortheil verloren gehe, daß sich das Wasser bei senkrechtem Absturz todt fällt, d. h. momentan seiner Geschwindigkeit beraubt wird.

Geböschte Mauern gewähren thatsächlich eine größere Widerstandsfähigkeit oder Stabilität gegen den Druck der dahinter angesammelten Geschiebemassen oder gestatten die Wahl einer geringeren Mauerdicke, ein Vortheil, der übrigens in der Praxis keine namhafte Bedeutung erlangen wird, nachdem mit Rücksicht auf die mindere Beschaffenheit des Materials, das in den meisten Fällen zur Verfügung stehen dürfte, den Thalsperren ohnedies eine weit größere Stärke gegeben werden muß, als ihnen nach Maßgabe des Hinterdruckes

---

* Im Canton Graubünden wird den Sperren eine Spannung gegeben, bei welcher (Fig. 148) die Sehne a b = a e, d. i. gleich dem Radius des Bogens ist.

Demontzey empfiehlt, den Sperren eine Spannung zu geben, bei der die Sehne des Bogens gleich der zehnfachen Pfeilhöhe ist, d. h. (Fig. 148) a b = 10 d c, und für Thalsperren aus Trockenmauerung eine Böschung der Sturzseite mit 25% der Höhe.

** Bezeichnen wir die Breite einer Mauer mit b, die Höhe mit h und das Gewicht einer Maßeinheit des Sperrkörpers mit p, so ist die Stabilität für die Längeneinheit einer parallelopipedischen Mauer $S = \frac{1}{2} \cdot b^2 \cdot h \cdot p$ und jene einer einseitig dossirten Mauer, wobei das Böschungsverhältniß $\frac{1}{n} \cdot h = a$ gesetzt wird, $S' = \frac{1}{6} h \cdot p (2 a^2 + 6 a \cdot b + 3 b^2)$.

Setzen wir weiters für die Breite 3 m, für die Höhe 4 m, $a = \frac{1}{4} h = 1$ m (also 25% der Höhe), p = 2000 kg per m³, so ist $S = \frac{1}{2} \cdot 3^2 \cdot 4 \cdot 2000 = 36.000$

$$S' = \frac{1}{6} \cdot 4 \cdot 2000 (2 + 6 \cdot 3 + 3 \cdot 3^2) = 62.666.$$

Soll beispielsweise bei gegebener Mauerstärke des rechteckigen Querschnittes jene der geböschten Mauer ei gleicher Stabilität gefunden werden, so ist $S = S'$ oder $\frac{1}{2} \cdot b^2 \cdot p \cdot h = \frac{1}{6} h \cdot p (2 a^2 + b a \cdot b_1 + 3 b_1^2)$

$$b_1 = \sqrt{b^2 + \frac{1}{3} a^2} - a$$

$$b_1 = \sqrt{9 + \frac{1}{3}} - 1 = 3{\cdot}01 - 1 \text{ oder } b_1 = 2{\cdot}01 \text{ m}.$$

gebühren würde. Dagegen ist die Abnützung der geböschten Sturzfläche einer Thalsperre erfahrungsgemäß dort, wo scharfes, hartes Geschiebe in größeren Massen vom Wildbache geführt wird, eine bedeutende und eine Erneuerung der äußeren Sturzmauer mit einem Neubaue der Sperre ziemlich gleich zu stellen, während eine Auswechslung der obersten Decklage verhältnißmäßig mit geringen Kosten verbunden ist. Es werden daher Thalsperren mit senkrecht gestellter Sturzfläche jenen mit einer Böschung vorgezogen werden können, wenn nicht etwa anderweitige Verhältnisse für letztere besonders sprechen sollten.

Thalsperren (Fig. 149) mit stufenförmiger Stirnwand, bei welchen nämlich jeder höhere Mauerring etwas zurücksteht, sind unter allen Verhältnissen nicht zu empfehlen, denn sie unterliegen stark der Abnützung und Zerstörung. Ganz unausführbar sind sie namentlich dort, wo Wildbäche Geschiebe in bedeutendem Maße mitführen.

Die Form der Krone hängt von der Beschaffenheit der Uferwände ab. Sind sie felsig, kann die Krone der Sperre horizontal gehalten werden. Bestehen beide Thalseiten aus leicht zerstörbarem Materiale, so muß die Krone (Fig. 150) concav hergestellt und damit der Lauf des Wassers nach der Mitte hin gedrängt werden. Ist das eine der beiden Ufer fester Fels, während das andere aus leicht beweglichem Materiale besteht, so läßt man das Wasser an dem Felsenufer überstürzen und gibt der Krone eine Staffelform.

Kann das Wasser seitlich abgeleitet werden, so ist das für die Erhaltung der Sperre, namentlich aber für die größere Sicherheit ihrer Fundamente von hohem Werthe. Eine derartige Ableitung (Fig. 151) läßt sich dort ausführen, wo eine der Thalböschungen fester Fels ist und sich somit zur Anlage eines seitlichen Canals eignet. Die Canalsohle wird dann etwa 1 m tiefer als die Krone der Sperre gehalten.

§. 223. Fundirung der Thalsperren aus Stein.

Bei der Ausführung einer Thalsperre aus Stein ist von Wesenheit, ja von höchster Bedeutung die Anlage einer hinreichend starken und tiefen Fundamentirung. Dieselbe muß nach Verhältniß der Terrainbeschaffenheit etwas stärker als der Oberbau gehalten werden.

Schon im einleitenden Theile wurde bemerkt, daß eine steinerne Thalsperre in einem sehr lockeren und zum Abbruche hinneigenden Terrain nicht erbaut werden solle, daß in einem solchen Falle Querbauten aus Holz und unter Umständen sogar aus Faschinenmaterial bessere Dienste leisten werden. Wir haben es daher bei Fundirung einer Steinsperre entweder mit zu Tage tretendem Felsen, der in der Bachsohle mitunter von einer Lage von Geschieben überdeckt ist, oder mit einem sonstigen ziemlich festen Grunde zu thun.

In einem Felsenprofile wird für die Basis der Sperre eine ebene Fläche geschaffen, der allenfalls eine kleine Neigung gegen den Wasserlauf gegeben werden kann, weil dadurch die Widerstandsfähigkeit der Mauer gegen das Verschieben vergrößert wird. Ist der Felsen brüchig, dann scheue man den Mehraufwand nicht, den Körper der Sperre in den Felsen einzulassen. Wenn das Gerinne felsig, aber mit einer Schichte von Geschiebe überdeckt ist, so muß, wenn diese Sohlendecke nicht von großer Mächtigkeit sein sollte, das Geschiebe abgeräumt und der Felsen bloßgelegt werden, d. h. der Körper der Sperre ist unmittelbar auf den gewachsenen festen Felsen zu stellen. Ist dagegen die Schuttschichte in dem zu verbauenden Wildbache von einer solchen Mächtigkeit, daß eine Führung der Sperre bis auf den Felsengrund mit unverhältnißmäßigen Kosten verbunden wäre

dann genügt ein einfacher pilotirter Rost, der entweder unmittelbar auf die oberste Schichte oder in einer gewissen Tiefe gelegt wird, worauf sodann der Körper der Thalsperre zu stehen kommt. Einige Senkfaschinen, die noch an der oberen Fußkante der Sperre in die Tiefe versenkt werden, genügen oft, um eine Unterspülung der Sperre zu verhindern. Gestatten es die Mittel, so kann auf dem Roste eine Betonschichte als Fundament für den Körper der Sperre hergestellt werden.

§. 224. Ausführung des Steinkörpers einer Thalsperre.

Derselbe kann bestehen:

1. aus einer in Mörtel gelegten Bruchsteinmauer;

2. aus einem gemischten Mauerwerk, d. h. es wird die thalabwärts gekehrte Seite der Sperre (Sturzseite) aus einer in Mörtel gelegten Mauer hergestellt, welche auf die erforderliche Gesammtstärke durch Trockenmauerwerk hintermauert wird;

3. oder aus einer reinen Trockenmauerung.

Wird der Körper aus einer in Mörtel gelegten Mauer hergestellt, so darf nicht übersehen werden, daß für das Abrinnen des Sickerwassers eine genügende Anzahl von Abflußöffnungen geschaffen werde. Die Anwendung von Cement ist dem gewöhnlichen Kalke vorzuziehen. Die nahezu gleiche Sicherheit und Widerstandsfähigkeit gewährt ein gemischtes Mauerwerk*, wobei aber eine namhafte Ersparung an Kosten erzielt werden kann. Die ersteren sind daher nur auf ganz besondere und wichtige Fälle zu beschränken. Die Ausführung der Mauer wird nach den gewöhnlichen Regeln der Baukunst bewerkstelligt; nur ist bei der gemischten Mauerung auf eine gute Verbindung der gemauerten Wand mit der Hinterfüllung aus Trockenmauerung zu achten. Damit die durchgreifenden Binder der ersteren nicht durch das ungleichmäßige Setzen der Trockenmauer abgebrochen werden, soll die Mörtel- und Trockenmauerung gleichzeitig ausgeführt werden. Die Krone der Sperre ist den Angriffen der abgehenden Schuttmassen am meisten ausgesetzt und muß aus behauenen und gut zugerichteten größeren Steinen, die thalwärts gekehrte Sturz- oder Stirnwand aus bossirten und die übrige Mauer aus gewöhnlichen Bruchsteinen hergestellt werden.

§. 225. Thalsperren aus Trockenmauerung.

Solche sollen und können hergestellt werden:

1. unter Verhältnissen, wo das Zuschaffen von Sand und Kalk unthunlich oder doch mit unverhältnißmäßigen Kosten verbunden sein sollte;

2. wenn der zu verbauende Wildbach in einem geringen Umfange verrüft ist und daher der Abgang großer Muhren mit mächtigen Geschiebemassen nicht zu befürchten steht;

3. wenn genügend große Steine für das Trockenmauerwerk vorhanden sind, und

4. wenn sich die Trockenmauerung bedeutend billiger als ein Mauerwerk in Mörtel stellen sollte.

Bei der Herstellung des Steinkörpers einer Sperre aus Trockenmauerwerk sind alle Steine auf die hohe Kante, d. h. auf den Sturz zu stellen. Einige Hydrotechniker lassen die

---

* Demontzey empfiehlt in seinen „Studien der Wiederbewaldung ꝛc.", p. 58 u. ff., die Anwendung des gemischten Mauerwerkes und findet es für genügend, wenn der thalwärts gekehrten und in Mörtel ausgeführten Mauer eine Stärke von 0·8 m gegeben wird. Nach demselben bekommen die gemischten Mauern eine Gesammtbreite gleich der halben Höhe und eine Böschung an der Sturzseite von 20% oder einem Fünftel der Höhe.

Steine in den untersten zwei bis drei Schichten legen und erst in den höheren Lagen aufrecht oder auf den Sturz stellen. Bei Thalsperren, deren Stirnwand eine Böschung bekommen soll, sind die Lagerfugen senkrecht auf die schiefe Stirnwandfläche, nicht aber horizontal zu stellen. Auch bei senkrecht gestellter Stirnwand kann den Steinen eine gegen rückwärts fallende Lage gegeben werden, was nur die Widerstandsfähigkeit des Baues erhöhen wird.

Für die Stirnwand sind möglichst große Steine zu verwenden und nach Erforderniß des Gewölbebogens an ihren Stoß- und Lagerflächen anzuarbeiten. Selbstverständlich werden Quadern, die dann noch überdies mit Eisenklammern untereinander zu verbinden sind, am besten entsprechen und auch thatsächlich zu verwenden sein, wenn es sich um die Herstellung eines wichtigen Objectes aus Trockenmauerung handelt. Auf die Krone der Sperren gehören durchaus nach hinten abfallende Steinplatten, deren Hinterkopf durch das darauf liegenbleibende Material der Beschädigung durch abstürzendes Geschiebe entzogen ist. Die Hintermauerung erfolgt mit gewöhnlichen Bruchsteinen — Geschiebesteine des Bachbettes sind in ihrer natürlichen Gestaltung unverwendbar — und wird dieselbe mit der Mauerung der Stirnwand durch Binder, die möglichst tief in die Hintermauerung hineinreichen sollen, verbunden. Alle Schichten, aus denen der Körper der Sperre hergestellt wird, sind für sich selbstständig gewölbartig abzuschließen. Dies ist schon deshalb rathsam, weil, wenn die Ausführung von einem Hochwasser mit Murgang überrascht werden sollte — ein Ereigniß, welches bei einem Wildbache sehr leicht eintreten kann — nur ein Theil, nicht aber die ganze Arbeit der Zertrümmerung preisgegeben sein würde.

Ueber die der Thalsperre zu gebende Mauerstärke herrschen gleichfalls noch die verschiedensten Ansichten. Am sichersten ist die Anlage, wenn die halbe Höhe der Stirnwand für die Breite im Scheitel der Sperre angenommen wird.* Eine übermäßige Stärke der Thalsperre ist nicht zu empfehlen, weil dabei von der Erzielung eines festen Verbandes durch die ganze Mauerstärke unmöglich die Rede sein kann, daher von einer solchen 5—6 m dicken Trockenmauer schwerlich mit Grund eine größere Widerstandsfähigkeit zu erwarten ist, als von einer halb so dicken, aus langen, durch die ganze Stärke gut gebundenen Steinen erbauten Sperre. Der Stoß oder Druck, dem eine Sperre ausgesetzt ist, kann nicht mit demjenigen verglichen werden, den eine gleich hohe Umfassungsmauer eines Bassins oder der Damm einer Wasserklause aushalten muß. Bei einer Sperre wirken zwei Factoren auf eine wesentliche Verminderung des Druckes, nämlich das durch die Verbauung verringerte Gefälle, sowie der Vortheil der Durchlässigkeit des Trockenmauerwerkes.

Die Erfahrung lehrt, daß nach erfolgter Hinterfüllung eines Sperrdammes durch lange Zeit größere Steine gar nicht mehr bis an die Sperre gelangen, daher von Gefahren durch den Absturz schwerer Riesengeschiebe nicht mehr die Rede sein kann. Erfahrungsgemäß bleibt das Geschiebe an bloßen Pfahlreihen, z. B. den sogenannten Stacketzäunen, oder an lebenden Verzäunungen meterhoch senkrecht stehen, während fest

---

* Die gewöhnliche Stärke der in den Schweizer Wildbächen erbauten Sperren aus Trockenmauerun überschreitet 3 m, am Scheitel der Sperre gemessen, nicht, und dürfte diese Ziffer unter den meisten Verhältnissen für mittelhohe Sperren entsprechen.

Auf theoretischem Wege ist die erforderliche Stärke der Sperre nach den gleichen Gesetzen wie jen der Böschungs- oder Stützmauern zu berechnen, und es genügt, wenn ein Sicherheitscoefficient von 1·5—. angenommen wird.

Mörtelmauern umgestoßen werden. Die ersteren lassen das Wasser durch und gelangt das Geschiebe, seiner bewegenden Kraft, des Wassers und Gefälles, beraubt, als todte Masse zur Ruhe. Die letzteren dagegen unterliegen dem Drucke des dahinter gestauten Wassers, wenn sie nicht durch ihre Dimensionen dieser Kraftäußerung den erforderlichen Widerstand entgegenzusetzen vermögen.*

Ueber die Höhe der Thalsperre lassen sich keine bestimmten Angaben machen; dieselbe hängt vielmehr in erster Linie vom Profile des Baches selbst, dann von dem vorhandenen Gefälle und der aus der ersten Anlage erzielten Wirkung ab. Jedenfalls ist die Sperre anfangs niedrig anzulegen und erst nach der sich einstellenden Wirkung kann die successive Erhöhung bis zu dem zulässig höchsten Maße fortgesetzt werden.

§. 226. Die Widerlager und das Fallbett** einer Steinsperre.

Bezüglich der Herstellung der Widerlager und des Fallbettes der Thalsperre ist Folgendes zu bemerken: Wo die Flügel einer Thalsperre an natürlichen Fels angelehnt werden können, werden einfache Stützlager ausgesprengt; wo keine Felsen sich vorfinden, wird in tangentialer Fortsetzung des Sperrdammes eine genügend dicke und hohe, am besten in Kalkmörtel ausgeführte Stützmauer in einer entsprechenden Länge abwärts angelegt und dann in die Berglehne umgebogen. In derlei mit Kalk ausgeführten Stützmauern müssen für allfälligen Wasserabfluß Ausflußöffnungen angebracht werden. Die Stützmauern oder Flügel der Thalsperren sind mit der gleichen Sorgfalt wie das Fundament des Sperrdammes herzustellen. Wo kein natürlicher fester Fels vorhanden ist, müssen die Mauertheile so weit in die Bachbettsohle und seitlichen Hänge versenkt werden, bis man auf einen festen Grund gelangt, der durchaus unverrückbar und nicht comprimirbar ist. Das Einfügen des Sperrkörpers in die seitlichen Hänge erfolgt (Fig. 150) staffelförmig. Der Boden des Bachbettes muß, und zwar unmittelbar vom Fuß der Sperre anfangend und möglichst weit thalwärts reichend, durch ein Sturzbett geschützt werden, das, je nach der Höhe des Wasserfalles von der Dammkrone zur Bachsohle, wie bei den Sperren von Holz ein einfaches oder ein Doppelpflaster sein kann (Fig. 152 und 153). Das Sturz- oder Fallbettpflaster ist aus mindestens 1 m großen, auf den Sturz gestellten Steinen zu errichten und am Schlusse mit einem Schwellholze, das von Zeit zu Zeit erneuert werden muß, abzuschließen. Dauerhafter ist der Abschluß durch einen Steinkranz, der gewölbeartig die Sturzpflasterung begrenzt.

Bei sehr hohen Sperren oder dort, wo eine Fundirung bis auf eine feste Grundlage nicht ausführbar sein sollte, wo also selbst ein mächtiges und solid angelegtes Sturzpflaster nicht die nothwendige Sicherheit gewährt, empfiehlt es sich, unter der Hauptsperre eine zweite, kleinere Sperre mit einfachem Sturzpflaster anzulegen.*** Den Raum zwischen den beiden Sperren füllen die herabkommenden Geschiebe aus und schützen zum Theil auch durch die verminderte Sturzhöhe den Fuß der Hauptsperre vollständig vor Unterspülung.

---

* Bei dem Ausbruche der Nolla im Canton Graubünden am 8. September 1870 ergoß sich der Riesenstrom gegen die Gemeinde Sils, fand aber einen vollkommen hinreichenden Widerstand an einem lebenden Zaun, der seine Geschiebemassen bis fast zur eigenen Höhe zur Ablagerung brachte, während das Wasser über die dahinterliegenden Culturgründe, ohne wesentlichen Schaden anzurichten, abfloß.

** Siehe §. 163.

*** Auf diese Weise ist bei einer Sperre an der Nolla bei Thusis in Graubünden der Fuß oder das Fundament der Sperre gesichert, welch' letztere in einem stark verrüften und leicht beweglichen Grunde erbaut werden mußte.

Im beweglichen Terrain, bei beträchtlicher Fallhöhe und wenn aus localen Gründen von der Anlage einer kleinen oder secundären Sperre abgesehen werden muß, ist das Sturzpflaster auf einen pilotirten Rost zu stellen. Soll eine Thalsperre aus Stein in einem Triftbache erbaut werden, ein Fall, der wohl selten eintreten dürfte, so muß die schalenförmige Krone der Sperre, desgleichen auch das Sturzpflaster mit Rundhölzern überdielt werden, die je nach dem Grade der Abnützung rechtzeitig erneuert werden müssen.

§. 227. Wildbachverbauungen nach Jenny.

Die Jenny'sche Verbauungsmethode von Wildbächen, beziehungsweise die Flechtwerketagen empfehlen sich wegen der Leichtigkeit ihrer Ausführung und wegen Billigkeit überall dort, wo die herabkommenden Geschiebe mehr schuttähnlich, also frei von größeren Steinbrocken sind. Von unbestritten hohem Werthe und von besonderer Eignung ist diese Methode für die Beruhigung der untergeordneten Seitenrunsen; so beispielsweise wenn tiefe Gebirgsschutthalden angegriffen sind, für Thalsperren kein entsprechendes Material oder keine geeigneten Punkte für eine feste Anlehnung und Fundirung des Baues vorhanden sind.

Ein schönes und gelungenes Beispiel von Rüfenverbauung nach dieser Methode findet man am Niederurnerbach im Schweizer Canton Glarus.* Die Niederurnerrunse ist mit einem verhältnißmäßig geringen Kostenaufwande, jedoch vom schönsten Erfolge begleitet, auf eine eigenthümliche, vielleicht einzig dastehende Art verbaut worden. Im Principe beruhen die Verbauungen am Niederurnerbache auf der Erfahrung, daß die Gewalt auch der bösartigsten Muhrgänge — vorausgesetzt, daß das Geschiebe nicht aus mächtigen Felsblöcken besteht — durch eine Reihe, wenn auch leichter Hindernisse, z. B. Flechtzäune, gebrochen werden kann. Eine gewisse Anzahl solcher Flechtzäune wird allerdings und selbstverständlich dem Drucke des Muhrganges nicht widerstehen und umgeworfen werden; dabei findet aber auch schon eine Trennung des Geschiebes vom Wasser so weit statt, daß das erstere, seiner bewegenden Kraft verlustig, bereits zwischen den nächsten Zäunen liegen bleibt, während das Wasser ruhig abfließen kann.

Das Sammelgebiet des Niederurnerbaches liegt hoch oben unter der Mettlenalpe zwischen dem Hirzli- und Brücklerberg und wird aus mehreren Runsen gebildet, die in alte Schutthalden tief eingeschnitten waren, welche am Fuße dieser Berge angehäuft sind. Bei einer dieser Runsen erfolgte beispielsweise innerhalb eines Zeitraumes von 50 bis 60 Jahren schon eine Erweiterung des Profiles von 10 auf 60 m. Am Fuße des Schuttkegels, den der Niederurnerbach im Hauptthale gebildet, liegt die Ortschaft Niederurner, die von den in den Jahren 1703, 1807 und auch noch 1856 erfolgten Ausbrüchen viel zu leiden gehabt hat. Der letzte Ausbruch insbesondere hat einen Theil des Dorfes völlig zerstört und viele Gärten derart mit Schutt überlagert, daß von den Obstbäumen nur mehr die Kronen sichtbar waren. Im Jahre 1838 wurde von dem Tagwenvogt (Ortsrichter) Jenny mit der vorerwähnten Verbauung der Runsen auf eine höchst sinnreiche Weise begonnen.

Jenny verbaute alle Runsen zuerst mit einfachen Flechtzäunen, und zwar in Abständen von 3 zu 3 m (Fig. 154). Mit deren Aufstellung wurde unten begonnen und nach

* „Bericht an den hohen schweizerischen Bundesrath über die Untersuchung der schweizerischen Idbäche, vorgenommen in den Jahren 1858, 1859, 1860, 1863," p. 198.

aufwärts fortgefahren. Die Flechtzäune stehen in nahezu horizontalen Curven und sind nur in ihrem Scheitelpunkte etwas tiefer gehalten. Waren diese Zäune von dem letzten Muhrgange vollständig hinterfüllt, so wurden auf der neuen erhöhten Sohle weitere Flechtwerke errichtet und damit so lange fortgefahren, bis die Sohle der Runsen eine Erhöhung erhalten hatte, bei welcher voraussichtlich eine vollständige Sicherung und Beruhigung der seitlichen Böschungen und Abhänge eintreten konnte. Jenny hat durch dieses fortgesetzte Errichten immer neuer Flechtzäune oft in 6—8 Lagen übereinander in engen Runsen eine Sohlenerhebung bis zu 15 m erzielt. Hatten sich dann die neuen Runsenböschungen gesetzt, d. h. in einem Grade beruhigt, daß keine erneuerten Abrutschungen mehr zu befürchten waren, so wurde in der Mitte der Runse eine mit Steinen ausgepflasterte Rinne hergestellt und unmittelbar davon an beiden Seiten (Fig. 155) Flechtzäune in entgegengesetzter Richtung, und zwar in Form von Flügeln errichtet, damit übertretende Schuttmassen wieder zurück in die Schale geleitet werden können. Die Schalen sind sorgfältig mit auf den Sturz gestellten Steinen ausgepflastert, haben eine Breite von 1·8—3·6 m, eine Pflasterstärke von 0·3 m, dabei ein mehr flaches, muldenförmiges Profil und sind an ihrer Ausmündung in den Hauptbach durch einen gut fundirten Mauersatz, beziehungsweise eine Steinsperre von oft 4 m Höhe und 12 m Breite versichert worden.

§. 228. Sohlenversicherungen durch Bachableitung und Anlage von Ablagerungsplätzen.

Die Ableitung von Bächen aus ihren natürlichen, angebrochenen Rinnsalen durch festes Terrain ist dort, wo sie ausführbar erscheint, das wirksamste und zuverlässigste Versicherungsmittel unter allen den gleichen Zweck verfolgenden Bauten. Ein derartiger Bau, bei welchem der Bach aus seinem ursprünglichen Bette herausgehoben und durch einen Tunnel in das Felsenbett eines zweiten Baches geleitet wurde, besteht am Surleibach bei Silvaplana im Engadin, Canton Graubünden.

An der Rabiosa, einem Zuflusse der Plesur bei Chur im gleichen Canton, ist durch Sohlenvertiefung der linksseitige Berghang in Bewegung gerathen. Hier ist nun das Bett der Rabiosa kurz oberhalb der verrüften Stelle durch eine Sperre abgeschlossen und das herabkommende Wasser und Geschiebe in einen Tunnel, der in dem felsigen Theile der rechtsseitigen Berglehne geführt ist, geleitet worden. Unterhalb der verrüften Stelle mündet der Tunnel aber wieder in das alte Bachbett der Rabiosa ein. Dadurch ist die gefährdete Strecke vollständig trocken gelegt und damit auch die Bewegung gänzlich beseitigt worden.

Nachdem ja das Wasser der Wildbäche die eigentliche Grundursache der Verrüfung ist, d. h. Terrainbrüche hervorruft und befördert, so muß in dem Augenblicke die Beruhigung der bewegten Massen eintreten, wo es gelingt, das Wasser in andere Bahnen zu leiten und damit das verrüfte Gebiet trocken zu legen. Mit der Beseitigung des Wasserabflusses und seines grabenden und zersetzenden Einflusses wird auch gleichzeitig für die bewegten und verrüften Flächen die nothwendige Beruhigung geschaffen. Diese Art der Verbauung und Beruhigung von Wildbächen ist nicht allerorts anwendbar; denn sie bedingt einerseits ganz bestimmte Verhältnisse und Gestaltungen des Bachbettes sammt dessen Umgebung, während andererseits der erforderliche Kostenaufwand wohl nur dort gerechtfertigt erscheinen wird, wo durch eine derartige Ableitung eines Baches ganz besondere Vortheile, beispielsweise der Schutz eines ausgedehnten und hochcultivirten Grundes oder werthvoller Objecte, erlangt werden.

Die Sohlenversicherung durch Ableitung des Wildbaches erheischt zunächst:

a) das Vorhandensein eines zweiten Baches in nächster Nähe, in welchen das Wasser des abzuleitenden ohne Nachtheil eingeführt werden kann;

b) muß die Wasserscheide dieser beiden Gräben ein fester Felsrücken sein, durch den hindurch die Ableitung in einem Tunnel, beziehungsweise die Anlage des letzteren ohne Nachtheil durchführbar ist.

Unter Verhältnissen, wo beispielsweise ein Wildbach in einen corrigirten Fluß einmündet, der eine größere Zuführung von Geschieben ohne üble Folgen nicht verträgt, kann die Nothwendigkeit eintreten, daß das Geschiebe eines Wildbaches vor seiner Einmündung auf entsprechenden Ablagerungsplätzen zurückgehalten werden muß. Selbstverständlich wird die Anlage von Ablagerungsplätzen nur dort angezeigt sein, wo der Bach vollständig gesund, sein Geschiebe daher nur das Product des gewöhnlichen Verwitterungsprocesses ist, oder wo die im Sammel- und Durchflußgebiete des Wildbaches etwa vorhandenen Terrainbrüche durch technisch richtige und erfolgreiche Verbauungen vollständig behoben, d. h. unschädlich gemacht wurden.

Die Zurückhaltung bewegter Schuttmassen kann entweder auf Flächen geschehen, die schon von der Natur hiefür ausersehen sind, d. i. auf Stellen, wo bereits Ablagerungen erfolgt sind, wie z. B. auf alten Schuttkegeln, die durch Anwendung einer Reihe von Flechtzäunen oder Blockwänden zu Ablagerungsplätzen umgewandelt werden, während bei neu anzulegenden die Anwendung von Dämmen wird platzgreifen müssen. Wird ein Schuttkegel mittelst derartiger Flechtzäune in genügender Anzahl durchzogen, und zwar senkrecht auf den Wasserlauf, so wird in den meisten Fällen eine vollständige Rückhaltung der herabkommenden Geschiebe erzielt. Die Steindämme und Blockwände* sind von ganz gleicher Wirkung wie Flechtzäune, sie bewirken nur eine größere Stabilität der Anlage. Werden für eine künftige Schuttablagerung eigene Flächen bestimmt und diese mit entsprechenden Dämmen umschlossen, so erhält man künstliche Ablagerungsplätze.** Gut ist es, wenn künstlich angelegte Ablagerungsplätze von Flechtzäunen derart durchzogen werden, daß das Wasser mehr nach der Mitte, also von den Dämmen weggeleitet wird. Die Ausmündung des Ablagerungsplatzes, von welcher zugleich das Wasser abfällt, ist besonders sorgfältig herzustellen und wird am zweckmäßigsten mit einer guten steinernen Sperre abgeschlossen, welche bei der fortschreitenden Erhöhung des Lagerplatzes mit den seitlichen Einfassungsdämmen von Zeit zu Zeit entsprechend gehoben werden muß.

§. 229. Allgemeine Regeln bei der Verbauung von Wildbächen.

1. Von einem jeden Wildbache, dessen Verbauung geplant wird, muß die Situation, dann das Längenprofil und an jenen Stellen, die allenfalls für die Erbauung eines Objectes die entsprechende Eignung besitzen sollten, auch das Querprofil aufgenommen und graphisch dargestellt werden. Diese Voraufnahmen sind dann besonders wichtig, wenn die Herstellung einer größeren Anzahl von Objecten nothwendig sein sollte, d. h. wenn der Wildbach durch ein vollständiges System (Fig. 156) von Schutzbauten verbaut werden muß, in welchem Falle die Situations- und Profilpläne zur Wahl der entsprechenden

* Block- oder Streichwände sind auf einigen Schuttkegeln bei Brienz im Canton Bern in Anwendung gekommen.

** Ein künstlicher Ablagerungsplatz ist an der Rufalliruns in der Schweiz errichtet worden.

Punkte und zur Beurtheilung der Einzelwirkungen, sowie des Gesammterfolges eine wesentliche Unterstützung gewähren werden. Auf der Grundlage eines genauen Längenprofils lassen sich nach Jahren die mit den erbauten Objecten erzielten Erfolge bestimmen, während die Querprofile für die Verfassung der Kostenvoranschläge unentbehrlich sind.

2. Die Wahl der Methode, nach welcher der betreffende Wildbach verbaut werden soll, und die Bestimmung des Materials, aus dem die einzelnen Objecte herzustellen sind, gehört gleichfalls in den Kreis der localen Vorerhebungen, nachdem diese Bestimmungen mit Rücksicht auf den Umfang und die Beschaffenheit der Verrüfung des Bodens und des Bachprofils getroffen werden müssen. Speciell bei der endgiltigen Feststellung, welche Materialien zur Erbauung der fraglichen Objecte verwendet werden sollen, müssen die verfügbaren Mittel, der Endzweck und die Dauer der Verbauung, endlich die Terrainbeschaffenheit in gebührender Weise berücksichtigt werden. Die Dauer oder die Zeit der Wirksamkeit der Objecte tritt dann in Frage, wenn mit der Verbauung gleichzeitig oder nachfolgend Wiederaufforstungen im fraglichen Gebiete in einem größeren Umfange vorgenommen werden sollten, so zwar, daß durch diese eine genügende Beruhigung voraussichtlich erzielt wird und die Bauten gewissermaßen nur als Provisorium zu gelten hätten.

3. Von einer besonderen Wichtigkeit für eine entsprechende, d. i. zweckmäßige und billige Verbauung eines Wildbaches ist die richtige Wahl von Baustellen für die einzelnen Objecte. Dieses Moment fällt bei Querbauten, beziehungsweise Thalsperren ganz besonders in's Gewicht, und soll man daher unter Verhältnissen, wo die Wahl einer Baustelle zulässig, d. h. wenn nicht etwa die Stelle, wo ein Bau ausgeführt werden muß, durch die Lage und Beschaffenheit der Bruchflächen bestimmt sein sollte, mit aller Sorgfalt bei der Ausmittlung des zweckmäßigsten Punktes vorgehen. Hier können oft wenige Meter auf- oder abwärts für die Zweckmäßigkeit, Dauerhaftigkeit und Billigkeit der Anlage von maßgebender Bedeutung sein. Die Wahl der zweckmäßigsten Baustellen ist schwierig und erfordert einen bedeutenden praktischen Blick.

Eine Baustelle wird sich für die Aufführung einer Thalsperre ganz besonders eignen:

a) wenn die Bachsohle und die seitlichen Hänge feste Felsen sind oder ein solcher in mäßiger Tiefe angetroffen wird;

b) wenn sich das Bachprofil an der Baustelle verengt oder der Bach oberhalb jenes Punktes sich beckenartig erweitert; je größer diese Thalerweiterung sein sollte, um so größere Massen können mit dem einen Objecte, selbst bei mäßiger Höhe, zur Ablagerung gebracht werden;

c) wenn das Gefälle des Wildbaches oberhalb der Baustelle sehr mäßig ist, weil sich in einem solchen Falle die Ablagerungen thalwärts auf sehr lange Strecken ausdehnen können;

d) wenn die Thalsperren möglichst nahe, beziehungsweise unmittelbar unterhalb der angebrochenen Stellen angelegt werden können;

e) wenn das zum Bau der Objecte erforderliche Material aus der nächsten Nähe beziehbar oder die Beilieferung bis unmittelbar an die Baustelle heran mit keiner unverhältnißmäßigen Schwierigkeit verbunden ist;

f) wenn der Wildbach zu gewissen Zeiten kein oder doch nur wenig Wasser führt, so zwar, daß die Ableitung des Wassers von der Baustelle nur unbedeutende Vorkehrungen erheischt, oder wenn bei anhaltend größerem Wasserstande die Ableitungsvorrichtungen in einem der seitlichen Hänge angebracht werden können, und

g) wenn die Verhältnisse es nicht gestatten, ein allenfalls vorhandenes Felsenprofil zu benützen, dann soll in diesem Falle der Untergrund der Baustelle zum mindesten aus einem festen Boden bestehen und das Profil derart beschaffen sein, daß ein Object von mäßiger Höhe den erwünschten Erfolg gewährt.

4. Die Anzahl der zu erbauenden Objecte bedingt der Grad der Verrüfung des Sammel- und Durchflußgebietes eines Wildbaches. Je umfangreicher die angebrochenen

Flächen sind, oder je weiter eine Sohlenvertiefung vorgeschritten ist, um so mehr Thalsperren sind herzustellen. Aus dem Gefälle und der Größe der vom Wildbache mitgeführten Geschiebe läßt sich annähernd die Wirkung eines Querbaues von gegebener Höhe bemessen. Die Rückwirkung wird bei mäßigem Gefälle oder größerem Geschiebe weiter reichen als bei entgegengesetzten Bedingungen.

Hat sich die Bewegung im Gebiete eines Wildbaches vorläufig nur auf die Tieferlegung der Bachsohle beschränkt, so sind, wenn der Zweck der Beruhigung nicht mit Grundschwellen zu erreichen ist, die Querbauten in solchen Entfernungen auszuführen, daß voraussichtlich die Wirkung der Hinterlandung von einem Objecte zu dem anderen reicht, d. h. es muß die Sohle des Baches in ihrer ganzen angegriffenen Länge auf die ursprüngliche Höhe gehoben werden. In jenem Falle dagegen, wo sich in Folge partieller Sohlenvertiefungen oder Querströmungen die Bewegung bereits in die seitlichen Hänge des Wildbaches fortgepflanzt hat, muß unmittelbar unterhalb einer jeden umfangreicheren Anbruchsfläche ein Querbau gestellt werden, so zwar, daß die Hauptwirkung desselben der betreffenden Bruchfläche zugute kommt, d. h. es muß für letztere ein entsprechender Fuß durch Erhöhung des Bachgerinnes geschaffen werden. Wirkungen von Querströmungen, wobei eine Veränderung der Grundsohle nicht mit im Spiele ist, können oft zweckmäßiger und billiger durch einen Uferschutzbau (Parallelwerk) behoben werden. Wir verweisen hier auf den Abschnitt über Uferschutzbauten.

Läßt sich die Wirkung einer Thalsperre auch nicht annähernd bestimmen, dann beschränke man deren Anzahl auf das unerläßlich nothwendige Maß und schalte weitere Bauten nach Maßgabe des Erfolges und der Wirkung der erstgebauten Werke ein.

Verfolgt man mit einer Verbauung nur den Zweck, Verwitterungsgeschiebe zurückzuhalten, und ist das Sammel- und Durchflußgebiet des Baches sonst gesund — obige Maßnahme wird mit Rücksicht auf Erhaltung von Klaus- und Rechenhöfen in einem Triftgebiete häufig nothwendig — so ist für die Stellung der Sperren lediglich die Auswahl einer möglichst günstigen Baustelle maßgebend und achte man nur darauf, daß nicht die Verlandungswirkung einer Sperre über eine nächst höher gelegene hinausreiche.

5. Die Höhe einer Thalsperre wird bedingt:

a) von der Beschaffenheit der Baustelle,

b) von dem anzustrebenden Erfolge und

c) von der Beschaffenheit des Materials, aus dem die Sperre gebaut werden soll.

In einem felsigen Grunde, wo weder die Gefahr einer Unterspülung, noch jene einer seitlichen Hinterspülung der Widerlager zu fürchten ist, kann der Sperre die zulässig größte Höhe gegeben werden. Eine Grenze wird hier nur durch die Beschaffenheit des Querprofils gezogen, d. h. erweitert sich das letztere nach aufwärts sehr rasch, so würde eine hohe Sperre einen Aufwand erheischen, der keinesfalls mit dem erzielten Erfolge im Einklange stehen dürfte. Ein enges, schluchtenförmiges Profil ist mit Rücksicht auf die Höhendimension von Thalsperren die entsprechendste Baustelle. Wie bereits bemerkt, besteht der Hauptzweck der Querbauten in der Erzielung einer neuen Bachsohle, d. h. es soll das Bachbett auf seine ursprüngliche und gleichzeitig natürliche Höhe gehoben werden. *

---

* In einem verrüften Gebiete wird mit Querbauten das Geschiebe nur insoweit zurückgehalten, bis die auf solche Art neu gebildete Bachsohle ihre ursprüngliche Höhe erreicht hat; es wird dann die Beruhigung eintreten und mit ihr die Bildung von Geschieben ohnedies aufhören.

Tritt das letztere nicht ein, so ist der Verbau unrichtig oder in einem noch nicht hinreichend ausgedehnten Maße ausgeführt worden. Selbstverständlich wären Thalsperren auch bei den größten Dimensionen

Damit wird aber jener Zustand geschaffen, der vor der Bewegung stattgefunden hat, und müssen folgerichtig die gefährdeten Seitenhänge in den ursprünglichen Gleichgewichtszustand, d. h. zur Ruhe gelangen. Bis zu welcher Höhe die Bachsohle gehoben werden muß, um den Gleichgewichtszustand seiner Hänge wieder hervorzurufen, ergibt der Localaugenschein, beziehungsweise die Beschaffenheit des Querprofils oder der Umfang der bereits eingetretenen Sohlenvertiefung. Aus dem Maße nun, um welches die wunde Sohle gehoben, dann aus der voraussichtlichen Wirkung der Sperre unter den gegebenen Gefällsverhältnissen des Baches kann ohne Schwierigkeit von Fall zu Fall die Höhe eines Querbaues bestimmt werden.

Verfolgen wir mit den Thalsperren dagegen den Zweck, Verwitterungsgeschiebe zurückzuhalten, so können die Sperren zu der zulässig höchsten Höhe aufgeführt werden.

Für keinen Fall darf ein Querbau, mag derselbe dem einen oder anderen Zwecke dienen, gleich bei seiner Anlage auf die zulässig höchste Höhe angelegt werden. Die Thalsperre ist nach Maßgabe der Hinterfüllung successive zu heben und in ihrer ersten Anlage nur so hoch herzustellen, als es die localen Verhältnisse der möglichst raschen Beruhigung des Terrains erheischen sollten. Durch ein langsames und successives Emporführen der Sperre wird die Gefahr der Zerstörung um ein wesentliches vermindert. Als Zeitpunkt der Erhöhung einer Sperre, die nur zur Ansammlung von Verwitterungsgeschieben bestimmt ist, könnte man allenfalls jenen annehmen, wo bereits stärkere Geschiebe bis nahe an den Kopf der Sperre getragen werden, während bei Sperren, die eine Sohlenhebung zum Zwecke der Terrainberuhigung anstreben, eine Erhöhung nach Maßgabe der abnehmenden Erdbewegung, beziehungsweise Beruhigung platzzugreifen hätte.

6. Sollten es die Mittel nicht erlauben, alle Objecte auf einmal herzustellen, was übrigens unter manchen Verhältnissen gar nicht einmal erwünscht ist, so beginne man zunächst mit der Verbauung der Seitenrunsen und der Herstellung einiger Hauptwerke im Hauptgraben, speciell dort, wo die umfangreichste Bewegung vorhanden ist, während kleine Einrisse für eine spätere Bauperiode aufgespart werden können. Dagegen sind gleichzeitig Terraingestaltungen, welche die Ursache einer Querströmung sind, beispielsweise hervortretende Felsenköpfe oder starke Bachkrümmungen u. dgl., zu entfernen und allfällige Uferschutzbauten, wenn sie nicht etwa in das Hinterfüllungsgebiet einer Sperre fallen sollten, herzustellen.

Wenn zum Zwecke der Geschiebeansammlung Querbauten geplant werden, so muß mit der tiefstgelegenen, d. i. der zunächst des Thalausganges situirten Thalsperre begonnen werden, und wird an die Herstellung des nächst höher gelegenen Querbaues erst gegangen, wenn die Hinterfüllung und Erhöhung des Baues den höchsten zulässigen Grad erreicht hat.

7. Selbstverständlich sollen die unterschiedlichen Bauten im Gebiete eines Wild- oder Gebirgsbaches zu einer Zeit vorgenommen werden, wo einerseits der Bach wenig Wasser führt, andererseits der Eintritt von Muhrgängen nicht so leicht zu befürchten ist. Für keinen Fall wird das Frühjahr oder die Zeit der Hochgewitter hiefür benützt werden können, während auf die beste Zeit, den Spätherbst, im Gebirge oft wegen des frühen Eintrittes eines mächtigen Schneefalles nicht immer zu rechnen ist. Mit den

in kürzester Zeit fruchtlos, wenn die Geschiebebildung im gleichen Maße fortbestehen sollte. Wir müssen Bauten, die in einem angebrochenen Gebiete nur auf ein Zurückhalten von Geschieben berechnet sind, als verfehlt bezeichnen.

Bauten ist somit in der zweiten Hälfte des Sommers zu beginnen und damit so lange fortzufahren, als es die Witterungsverhältnisse gestatten. Es darf aber nicht unterlassen werden, alle Arbeiten einer Arbeitscampagne zu einem sicheren Abschlusse zu bringen, damit die Schnee- und Hochwässer des kommenden Jahres denselben in keiner Weise Schaden bringen können.

8. Nachdem eine jede Verwundung und Lockerung des Bodens in einem verrüften Wildbachgebiete die bestehenden Schäden erhöhen oder zur Entstehung neuer Brüche führen kann, so darf bei dem Baue von Objecten das Material weder den Seitenhängen, noch der Bachsohle entnommen werden, während bei Thalsperren, die nur zum Zwecke der Zurückhaltung des Geschiebes erbaut werden sollen, die erforderlichen Steine aus der unmittelbaren Nähe bezogen werden können.

9. Die erbauten Thalsperren müssen unausgesetzt in einem guten baulichen Zustande erhalten werden, es sind selbst kleine Gebrechen alsogleich zu beseitigen. Den Angriffen des Wassers sind in erster Linie die seitlichen Widerlager und das Fall- und Sturzbett ausgesetzt. Hier werden Gebrechen am früheſten zu Tage treten, namentlich dann, wenn diese Theile des Baues nicht mit besonderer Sorgfalt oder nur aus einem Materiale minderer Qualität hergestellt worden sind. Zeigen sich beispielsweise bei einer Thalsperre oberhalb der Einbindungsstellen der Widerlager bedenkliche Ufereinrisse, die leicht zu einer Hinterspülung des Objectes führen könnten, so sind derlei Stellen sofort mit hölzernen oder steinernen Werken, die in Form von Flügeln thalaufwärts geführt werden müssen, zu verbauen.

Wurde eine Sperre aus einer einfachen Blockwand aus Holz hergestellt und zeugt die letztere eine besorgnißerregende Ausbauchung, so zwar, daß sie möglicherweise in Folge des Druckes, den die rückwärts angesammelten Geschiebe auf die Absperrwand ausüben, brechen könnte, so ist in einer Entfernung von 2—3 m thalabwärts eine zweite, gleich hohe Holzwand parallel zu der bestehenden herzustellen. Beide Holzwände werden mit Querhölzern (Inschlössern) untereinander verbunden, während der leere Raum mit Steinen ausgefüllt und an der Oberfläche durch eine Pflasterung geschlossen wird, d. h. es wird eine einfache Holzwandsperre in eine Kastensperre umgewandelt.

Die schadhaft gewordene Dielung oder Pflasterung des Fallbettes muß sogleich ausgewechselt werden; selbst einzelne herausgestoßene Dielen oder Steine sind ungesäumt durch neue zu ersetzen. Die Bekrönung der Steinsperre ist der Abnützung selbstverständlich am meisten ausgesetzt und nach Erforderniß auszuwechseln, ehe die Schäden sich bis in das eigentliche Mauerwerk der Sperre erstrecken.

Sollte eine Sperre brechen, so muß möglichst rasch unterhalb der früheren Baustelle ein neuer Querbau hergestellt werden. Nicht unerwähnt soll bleiben, daß über die Wirkung eines Bruches oder des Einsturzes einer Thalsperre oft sehr irrige Anschauungen bestehen, und daß mitunter lediglich aus diesem Grunde gegen die Verbauung eines Wildbaches gestimmt wird, weil man befürchtet, es könnte bei einem allfälligen Einsturz des Querbaues das durch lange Zeit angesammelte Geschiebe plötzlich herabkommen und hiedurch unabsehbare Verheerungen entstehen. Dem ist aber nicht so, denn zur Bildung einer Muhr bedarf es nicht allein des Geschiebes, sondern auch der geschiebeführenden Kraft des Wassers und — was ausschlaggebend ist — auch noch der Zeit. Selbst dann, wenn der Bruch der Sperre während eines Hochwassers eintreten sollte, wird das Wasser von den angehäuften Geschiebemassen nur jenen Antheil emporheben und fortführen, der seiner Schiebekraft entspricht. Es ist daher unmöglich, daß der Muhrgang in einem solchen Falle größer

werden sollte, als er vor der Herstellung der Sperre, also vor der Ansammlung der Geschiebe, geworden wäre. Die hinter einer Sperre angehäuften Massen von Geschiebe sind überdies zu ungünstig gelagert, um sofort vom Wasser aufgenommen zu werden; das letztere kann sich unmöglich plötzlich und vollständig mit den vorhandenen Geschiebemassen zu einer einzigen Schuttwalze umwandeln; es wird vielmehr, wie es auch die Erfahrung gezeigt hat*, nur schichtenweise abgehoben und fortgeführt, d. h. die angesammelten Geschiebe werden bei dem allfälligen Bruche einer Sperre allmälig verschleift und nach der Tiefe geführt.

10. Sollten Lawinen in einer verbauten Runse oder in einem Wildbache niedergehen, so würden die Objecte in hohem Grade gefährdet werden. In einem solchen Falle ist es daher unerläßlich, mit der Verbauung des Wildbaches auch die Verbauung des Lawinenzuges zu verbinden, d. h. es sind die einschlägigen Arbeiten gleichzeitig zu beginnen oder — was zweckmäßiger wäre — der Lawinenzug ist zuerst durch entsprechende Objecte zu verbauen.

11. Müssen in einem Triftbache Querbauten zu dem Zwecke hergestellt werden, um eine Verschüttung oder Versandung von Triftbauobjecten (Rechen, Klausen) zu verhüten, so dürfen dieselben nicht zu hoch angelegt werden und sind auch entsprechend gegen den Einfluß der Trifthölzer zu schützen. Der Schutz derselben besteht für gewöhnlich in einer schalenförmigen Ueberdielung der Sperre. Auch dieser Holzbau ist fortgesetzt zu erhalten und vor dem jedesmaligen Beginn der Trift in eingehender Weise zu untersuchen, weil hier der kleinste Schaden an der Bedielung der Krone leicht zur Zerstörung des ganzen Baues führen kann.

§. 230. Ueber den Arbeitsaufwand bei Thalsperren.

a) Faschinenbauten.

1. Die Herstellung einer Faschinensperre, 1·5 m hoch und 10 m lang, bestehend aus einem mit drei Zangen nach aufwärts befestigten Flechtzaun, welcher nach oben durch eine 1·5 m breite Andämmung von Bachschutt gegen den nachtheiligen Einfluß größerer Geschiebe geschützt ist, erfordert an Material und Arbeit:

9 Stück	16 cm starke, 1·2—2·7 m lange Piloten, wovon eine jede 1 m tief einzurammen ist, per Stück 0·7 Tagschicht = . .	6·30	Tagschichten
18 „	0·8—2·0 m lange, 10 cm dicke Piloten aus Erlen oder Weiden mit der Einschlagtiefe von circa 0·5 m, per Stück 0·25 Tagschicht = ...	4·50	„
3 „	16 cm starke Ankerpiloten für die Zangenhölzer 1 m tief einschlagen à 0·7 Tagschicht = ...	2·10	„
3 „	Zangenhölzer, 16—20 cm stark, 2 m lang, à 0·35 Tagschicht = ...	1·05	„
10 m	Kappholz, 20—25 cm stark, à 0·25 Tagschicht = ...	2·50	„
7·5 m²	Flechtzäune aus Erlen und Weiden herstellen à 0·9 Tagschicht =	6·75	„
	Fürtrag . .	23·20	Tagschichten

* In der Steinbruchrunse bei Näfels im Schweizer Canton Glarus ist eine Steinsperre gebrochen nd hat die vorbeschriebene Wirkung nach sich gezogen. Auch der im Jahre 1876 erfolgte Bruch von ehreren Thalsperren aus Stein im Münsterthale hat die theoretischen Voraussetzungen bestätigt.

Uebertrag . .	23·20	Tagschichten
2·62 m³ Dammanschüttung oder Hinterfüllung à 0·25 Tagschicht =	0·65	„
1·3 m³ Faschinenbettung einschließlich der Gewinnung und Zulieferung des Materials auf kurze Entfernung à 1·8 Tagschicht = . .	2·34	„
8·21 m Wippen, 0·36 m dick, mit Draht gebunden, à 0·14 Tagschicht = ...	3·37	„
18 Stück Spickpfähle à 0·005 Tagschicht = ...	0·09	„
zusammen . .	29·65	Tagschichten

oder per laufenden Meter rund 3 Tagschichten.

2. Ein Currentmeter Verbauung einer mittelgroßen Runse nach Jenny, d. h. Herstellung der Flechtzäune und Ausschalung des Gerinnes mit festen und großen Steinen, erfordert je nach der mehr oder minder günstigen Beistellung der Steine und des Flechtmaterials 4—8 Tagschichten.

3. Das Erzeugen, beziehungsweise Gewinnen von Zweigen und Ruthen und Binden derselben zu 3—3·5 m langen und 0·25 m dicken Faschinen aus Weiden, Erlen oder Nadelholzästen kann mit 0·07 Tagschicht und die Herstellung von 10 m langen, 0·15 m dicken Wippen, die in Entfernungen von 0·3 m zu binden sind, mit 0·2 Tagschicht per Stück bemessen werden.

4. Das Gewinnen von 0·3 m hohen, 5 cm dicken Faschinenpflöcken kostet per 10 Stück 0·8 Tagschicht.

5. Ein m³ Faschinenbau bei Herstellung von Bettungen für Thalsperren oder Uferversicherungen zur Hintanhaltung einer seitlichen Hinterspülung einer Sperre erfordert 5·2 Stück 3 m lange Faschinen, 3 m lange Wippen, 10 Stück Pflöcke und 0·6 bis 0·8 Tagschicht.

6. Einen m³ Faschinenspreitlage aus einer 15 cm hohen Faschine und 20 cm hohen Schotterlage herstellen und mit Wippen in Abständen von 1 m befestigen erfordert 0·4 Stück 3 m lange Faschinen, 2·0 m Wippen, 4 Pflöcke, 0·2 m³ Schotter und 0·15 Tagschicht.

b) Holzbauten.

7. Die Herstellung einer einfachen, d. i. einer einwandigen Holzsperre mit Rauhbäumen als Zangen (Fig. 146) erfordert im großen Durchschnitt per laufenden Meter Wandgehölz einen Arbeitsaufwand von 0·16—0·20 Tagschicht, ohne die Gewinnung und Zulieferung des Holzes; desgleichen muß auch die erforderliche Grundaushebung und allfällige Pflasterung des Vorfeldes getrennt bemessen werden.

8. Die Herstellung einer Kastensperre (Fig. 147) ohne Beischaffung und Gewinnung des Holzes erfordert für das Verzimmern dieses, für das Legen des Schwerbodens, das Ausfüllen der Kästen mit Bachgeschiebe und für Faschinenbettung oberhalb der Sperre, endlich für Abpflasterung oder Ueberdielung der Krone, jedoch ohne Herstellung einer Abpflasterung des Vorfeldes, wenn eine solche nothwendig sein sollte, für eine Baumlage einen Aufwand von 8—9 Tagschichten.

9. Eine Grundschwelle aus einem 0·3 m starken Gehölz ein bis zwei Balkenlagen hoch herstellen erfordert ohne Holzzulieferung 2—3 Tagschichten.

c) Steinbauten.*

10. Ein m³ gewöhnliches Trockenmauerwerk herstellen erfordert 1·2 m³ Bruchsteine, das Zutragen der Steine auf die Baustelle und das Herstellen des Mauerwerkes 1·1 Tagschichten.

11. Die Herstellung eines m³ gewöhnlichen Mauerwerkes mit hydraulischem Kalk erheischt 1·2 m³ Bruchsteine, 0·3 m³ Mörtel und einen Arbeitsaufwand von 1·1 Tagschichten.

12. Ein m³ Hausteinmauerwerk mit hydraulischem Kalk einschließlich der Bearbeitung der Stoß- und Lagerfugen erfordert 1 m³ Hausteine, 0·2 m³ Mörtel und 1·05 Tagschichten.

13. Ein m³ der 0·95—1·0 m dicken Pflasterung zum Schutze des Vorfeldes einer Sperre aus großen, auf den Sturz gestellten Bruchsteinen erfordert 0·5—1·0 Tagschicht ohne Materialbeischaffung.

C. Die Verbauung der Lawinen.

§. 231. Entstehung und Wesen der Lawinen im Allgemeinen.**

Unter einer Lawine*** versteht man das selbstthätige Niedergleiten von Schneemassen. Die Wirkung einer derartigen Schneebewegung wird nach den allgemeinen Grundsätzen der Mechanik um so größer sein:

a) je bedeutendere Schneemassen abgleiten,
b) je länger die von den gleitenden Schneemassen zurückgelegte Strecke wird, und
c) je glatter und steiler die Gleitbahn ist.

Hindernisse in der Gleitbahn werden den Lauf der Lawine verzögern und damit auch deren Wirkung mäßigen. Felstrümmer, Gesträuch, Alpenrosen und Alpenweiden ꝛc. ꝛc. † bieten den Schneemassen einen besseren Halt als magere Grasnarben; überhaupt ist die Beschaffenheit der Bodendecke von bedeutendem Einflusse auf die Entstehung und Wirkung von Lawinen und ist in erster Linie ein pfleglich gehaltener Hochwald die natürliche Schutzwehr gegen derartige Elementarereignisse.

Nach der Zeit des Lawinenabganges, nach dem Umfange der abstürzenden Schneemassen und namentlich nach der äußeren Wirkung, beziehungsweise den äußeren Erscheinungen der Lawinenstürze unterscheidet man drei besondere Formen von Lawinen, und zwar: Staublawinen, Oberlawinen und Grundlawinen, die Bahn der gleitenden Schneemassen nennt man den Lawinenzug und die am Fuße des Lawinenzuges angesammelten, beziehungsweise abgestürzten Schneemassen den Lawinenkegel.

Staublawinen entstehen bei frischem, trockenem ††, staubartigem Schneefalle, bei dessen Abgleiten sich keine festen Ballen formen. Sie bilden sich am häufigsten im Monate November nach dem ersten Schneefalle, insolange die Schneemassen sich noch nicht gesetzt

---

* Die Positionen 10, 11 und 12 sind den Studien über Wildbachverbauungen von Demontzey entnommen.

** „Die Lauinen der Schweizer Alpen" von J. Coaz, eidgenössischer Ober-Forstinspector, Bern 1881.

*** In der Schweiz auch Lauinen genannt.

† Die Krummholzkiefer und die Alpenerle gewähren gegen den Schneeabgang keinen Schutz, sondern können denselben unter Umständen eher hervorrufen und begünstigen; denn sie werden von den aufruhenden Schneemassen zu Boden gedrückt. Nachdem sie sehr elastisch sind, drücken sie auf die Schneemassen zurück, wodurch letztere sich nicht zu einem zusammenhängenden festen Körper vereinigen können und bei zunehmendem Drucke schließlich in Bewegung gerathen müssen.

†† Bekanntermeise schwankt die Temperatur, bei welcher es schneit, zwischen + 4 und — 11° C., und zwar schneit es im Frühjahre öfter über, im Winter häufiger unter 0°.

haben oder zusammengefroren sind, und entstehen theils in Folge großer Steilheit felsiger Berglehnen, theils durch den Abbruch eines sogenannten Schildes, d. h. gerathen entweder von selbst in Folge stärkerer Neigung des Hanges dem Gesetze der Schwere folgend in Bewegung oder werden durch einen geringfügigen Anlaß zum Absturze gebracht. An vorspringenden Felsblöcken oder scharf ausgesprochenen Uebergängen im Terrain, z. B. wenn sanft abfallende Bergrücken oder Hänge plötzlich in steile Berglehnen übergehen und die Schnelligkeit des Windes sich bricht, beziehungsweise ruhigere Luftschichten beginnen, wird der leicht bewegliche Schnee durch Winde angetrieben. Es bilden sich an solchen Orten überhängende Windwehen, von den Alpenbewohnern Schilder, Windschirme, Wind- und Schneebretter genannt, die dann entweder durch ihre eigene Schwere oder sonstige äußere Einflüsse abbrechen und die Bildung von Lawinen veranlassen.

Hat dagegen der Schnee bei größerer Tiefe eine gewisse Festigkeit erreicht und durch die Einwirkung der Sonne oder warmer Winde mit darauffolgendem Froste eine harte und glatte Oberfläche bekommen, und fallen dann auf diese geglättete, feste Unterlage neue Schneemassen, so ereignet sich häufig der Fall, daß die letzteren bei Erlangung größerer Dimensionen sich auf der unteren Schneelage nicht zu erhalten vermögen und, dem Gesetze der Schwere folgend oder durch den Abbruch eines Schneeschildes, in Bewegung gerathen. Solche Lawinen, die gewöhnlich im December, Jänner und Februar herabkommen, nennt man Oberlawinen, weil mittelst derselben nur die obere Schneeschichte abgeht.

Mit dem eintretenden Frühjahre beginnt auch die Erwärmung des Bodens und damit ein langsames Erweichen und Schmelzen der im Gebirge, beziehungsweise an den Berghängen angehäuften Schneemassen an ihrer Grundfläche. Dadurch wird die Unterlage der Schneeschichte schlüpfrig und veranlaßt in häufigen Fällen den Abgang der darauf ruhenden, ziemlich festen Schneemassen. Derartige Schneeabgänge bezeichnet man als Grundlawinen und bilden sich dieselben am häufigsten im März und April. Staublawinen fallen nur in den schroffen, felsigen Grbirgspartien nieder. Es können sich somit in solchen Terrainverhältnissen einerseits niemals größere Schneemassen ansammeln, während andererseits der abstürzende Schnee zerstäubt, so zwar, daß Staublawinen nur ausnahmsweise einen erheblichen Schaden anrichten werden. Von weit größerer Bedeutung sind Oberlawinen, die mit Rücksicht auf die glatte Bahn und geringe Reibung mit bedeutender Geschwindigkeit nach der Tiefe gleiten und in Folge dessen einen Luftdruck hervorrufen, der größere Verwüstungen als der stärkste Orkan anzurichten vermag. Grundlawinen dagegen gleiten wegen der größeren Reibung und der vielfachen Bodenhindernisse mit einer mäßigeren Geschwindigkeit thalwärts, nehmen aber alle beweglichen Bestandtheile innerhalb ihrer Gleitbahn mit nach der Tiefe und tragen somit zur Verschlechterung der Triftstraßen bei, weil sie darin gewöhnlich das mitgeführte Material ablagern.

Bezeichnen wir mit P die Gleitkraft der Lawine, mit Q das Gewicht der gleitenden Schneemassen, mit α den Neigungswinkel des Lawinenzuges, mit f den Reibungscoefficienten, mit v die Endgeschwindigkeit bei der zurückgelegten Wegstrecke s, mit a die mechanische Arbeit und mit g die Acceleration der Schwere, so ist nach dem Gesetze der gleitender Körper auf einer schiefen Ebene die Kraft, mit welcher eine Last Q sich selbthätig thal abwärts fortbewegt,

$$P = Q (\sin \alpha - f . \cos \alpha) \ldots\ldots (1$$

Die Beschleunigung der Geschwindigkeit G ist nach der bekannten Formel $G = g \cdot$ oder, wenn für P der obige Werth eingeführt wird,

$$G = g (\sin \alpha - f . \cos \alpha) \ldots\ldots (2$$

Die Endgeschwindigkeit läßt sich dagegen aus der Formel $v = \sqrt{2 . g . s}$ oder, wenn für G der Werth aus Formel 2 gesetzt wird, $v = \sqrt{2 . g . s (\sin \alpha - f . \cos \alpha)}$ berechnen.

Endlich ist die mechanische Arbeit der am Endpunkte anlangenden Lawine a aus der bekannten Formel zu berechnen:

$$a = \frac{v^2}{2g} . Q = \frac{2 . g . s (\sin \alpha - f . \cos \alpha) . Q}{2g}$$

$$a = s . Q (\sin \alpha - f . \cos \alpha)^*$$

Die Lawinen nehmen ihren Weg über die steilen Berghänge, am häufigsten jedoch in den vorhandenen Wasserrinnen, Erdgefährten, Furchen und Schluchten aus dem Grunde, weil:

a) in den Gräben, Schluchten und Furchen stets die größeren Schneemassen zusammengeweht werden;
b) diese natürlichen Bahnen zumeist in der Richtung des stärksten Falles liegen;
c) sie ein gleichmäßiges Gefälle und einen entsprechenden Grad von Glätte haben und sonach den niedergleitenden Lawinen einen geringen Widerstand entgegensetzen.

Die Gleitbahnen, in welchen alljährlich oder periodisch Lawinen niedergehen, bezeichnen wir, wie bereits bemerkt, als Lawinenzüge und können in einem und demselben Lawinenzuge Grund- und Oberlawinen im gleichen Winter abstürzen. Das Losbrechen der Grundlawinen erfolgt gewöhnlich um die Mittagszeit und am Nachmittage, zur Nachtzeit nur bei anhaltendem Südwinde (Föhn). Gegenstände, welche die Reibung im Lawinenzuge vermindern, tragen zur Beschleunigung des Lawinensturzes wesentlich bei.

Die nachtheiligen Folgen der Lawinenstürze.

Im Allgemeinen lassen sich die Folgen derselben, soweit sie den Waldbestand und forstlichen Betrieb tangiren, in folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Bestehende Waldbestände werden von den Lawinen verwüstet.

Die Waldverheerungen treten im höheren Maße bei Oberlawinen auf, wo selbst Waldparcellen, die von der Lawine nicht unmittelbar betroffen wurden, durch den von

---

* Der Oberförster der Bleiberger Union, Robert Zdarek, hat in der „Oesterreichischen Monatsschrift", Jahrgang 1880, p. 244, die Geschwindigkeit und Kraftäußerung der am 24. Februar 1879 am nördlichen Abhange des Dobratsch abgestürzten Lawine, die im Orte Bleiberg so bedeutende Verheerungen angerichtet hat, berechnet wie folgt: Der gesammte Lawinenzug besteht aus drei Absätzen oder verschieden geneigten Theilstrecken; die erste oder oberste Theilstrecke hatte bei einer Neigung von 50° einen relativen Höhenunterschied von 400 m; die zweite bei der von 26° einen relativen Höhenunterschied von 450 m und die dritte oder unterste bei der Neigung von 18° einen relativen Höhenunterschied von 220 m.

Reibungscoefficient		Zeit des Niederganges in Secunden	Endgeschwindigkeit in Metern
I. Theilstrecke:	f = 0·04	11·88	61·60
	f = 0·10	12·54	59·84
	f = 0·30	15·20	54·35
II. Theilstrecke:	f = 0·04	25·60	125·40
	f = 0·10	29·60	118·70
	f = 0·30	61·10	95·20
II. Theilstrecke:	f = 0·04	26·50	154·00
	f = 0·10	33·50	145·00

Die mechanische Arbeit a berechnet sich bei der Annahme, daß die abgegangene Schneemasse ca. 40.000 m³ à 440 kg gleich 176.000 q betragen hatte, für

f = 0·04 mit a = 70,417.582 q
f = 0·10 „ a = 56,838.137 q

Lawinen erzeugten, orkanartigen Luftdruck (Luftstrom) verwüstet, beziehungsweise gebrochen und geworfen werden. *

2. In einem Lawinenzuge ist selbst dann, wenn es die Bodenverhältnisse gestatten, eine Wiederaufforstung, d. i. die Erziehung eines Hochwaldes, unmöglich.

Dagegen siedeln sich in den Lawinenzügen die Krummholzkiefer, die Bergerle, die Alpenweide, der Bergahorn, der Vogelbeerbaum u. dgl. sehr gerne an, von denen die letzteren um so kräftiger ausschlagen, wenn sie von der Gewalt der Lawine gebogen, gebrochen oder in einer anderen Art beschädigt worden sind. Diese Holzarten können sich aber nur in Form von Gesträuch erhalten und sind daher eher nachtheilig als nützlich, weil sie den Reibungswiderstand der Gleitbahn vermindern, wenn sie von der abgleitenden Schneemasse zu Boden gedrückt werden.

3. Der Boden wird durch die niedergehenden Lawinen in einem mehr oder minder hohen Grade beschädigt.

Eine Bodenverwundung tritt namentlich dann in fühlbarer Weise ein, wenn die Lawine ihren Weg in einem Bachgerinne nimmt, dessen Profil in leicht zerstörbares Material gebettet ist und letzteres noch überdies etwa durch den Einfluß der abstürzenden Wässer in einem mehr oder minder hohen Grade angebrochen sein sollte. Unter solchen ungünstigen Verhältnissen werden die Lawinen die vom Wasser begonnenen Zerstörungen fortsetzen und erweitern. Das Gerinne wird allmälig den Charakter eines Wildbaches annehmen, möglicherweise sogar in einen solchen übergehen. Aber auch dann, wenn die Lawine in gewöhnlichen Terrainfalten oder Bodeneinsenkungen ihren Weg nehmen sollte, wird eine Bodenverwüstung nicht ausbleiben, wenn solche Lawinenzüge allenfalls gleichzeitig für die Ausbringung der Hölzer benützt werden. Durch eine derartige Benützung ist eine Lockerung und Verwundung selbst einer festen Bodendecke unausweichlich und werden die Lawinen dann die bloßgelegte Erdkrume allgemach nach der Tiefe führen.

4. Die Lawinen verlegen das Bett der Triftbäche und behindern dadurch die Trift.

Grundlawinen stürzen gewöhnlich kurz vor dem Beginn der Trift in die Hauptthäler und können, nachdem sie durch die zusammengepreßten Schneemassen das Bachbett vollständig verlegen, das Abtriften der oberhalb der Lawinensturzstelle vorhandenen Hölzer verhindern oder doch sehr erschweren. ** Das Wasser bricht sich zwar durch die Schneemassen in kurzer Zeit eine tunnelartige Durchflußöffnung, die aber für das Triftholz nicht genügt. Solche Störungen können namentlich dann sehr fühlbar werden, wenn mit Selbstwasser getriftet werden soll und man in erster Linie hiebei auf das Schneewasser angewiesen ist.

---

* Die Endgeschwindigkeit der im Jahre 1879 abgestürzten Oberlawine von den Nordhängen des Dobratsch wurde mit 145 m per Secunde berechnet, während Orkane in den Tropen nur eine Geschwindigkeit von 74 m und ein Schrotschuß eine solche von 94 m erreicht.

** Auf wichtigen Triftstraßen müssen häufig ohne Rücksicht auf den Kostenaufwand die in den Bach eingestürzten Lawinenkegel, wenn sie das Triftgeschäft behindern, beseitigt werden.

5. Die Lawinen führen den Triftstraßen Geschiebe zu, erschweren daher den Triftbetrieb und die Erhaltung der hiefür nothwendigen Betriebsbauten.

Nachdem Grundlawinen die auf ihrer Gleitbahn liegenden lockeren Gesteinsmassen mit nach der Tiefe führen, so müssen unter jenen Verhältnissen, wo derartige Lawinen durch geschiebereiche Erdrinnen oder Erdrisse ihren Weg bis in das Bett eines Triftbaches nehmen, die letzteren in einem hohen Grade verschottert werden, wodurch nicht allein die Trift, sondern auch die betriebsfähige Erhaltung von Schwellwerken, Fanggebäuden, dann der unterschiedlichen Uferschutzbauten erschwert und vertheuert wird, wenn nicht etwa gar die hieraus entstehenden Uebelstände die Erhaltung solcher Bauten ganz in Frage stellen. Dieser Umstand wird in erster Linie für jenen Aufwand maßgebend sein, der für die Verbauung eines Lawinenzuges allenfalls darangesetzt werden darf.

§. 232. Zweck und Wesen der Verbauungen von Lawinenzügen im Allgemeinen.

Vom Standpunkte des forstlichen Transportwesens ist daher die Verbauung jener Lawinenzüge erwünscht oder geboten, aus denen die abstürzenden Schneemassen ungewöhnliche Mengen Stein- und Felstrümmer in das Bett eines Triftbaches führen. Es besteht daher der Zweck einer Lawinenverbauung zunächst darin, ein Abbrechen der Schneemassen zu verhindern. Gleichzeitig wird aber mit derartigen Verbauungen auch angestrebt, unter dem Schutze dieser, wenn es der Boden und die Seehöhe gestattet, einen Wald anzuziehen; denn dieser böte unstreitig das beste und sicherste Mittel gegen das Brechen von Lawinen.

Bekannterweise ist die Wirkung der Lawinen im Gebiete ihrer Entstehung eine verhältnißmäßig geringe; es ist daher dies der Ort, wo mit Erfolg an eine Verbauung gegangen werden kann. Liegt nun dieser Punkt oberhalb der Baumvegetationsgrenze, so erhalten die Bauten den Charakter einer ständigen Anlage und müssen auch fortgesetzt in einem guten baulichen Zustande erhalten werden, während Verbauungen in Gebieten, wo Aufforstungen zulässig sind, nur als provisorische Anlagen anzusehen kommen, deren Function seinerzeit der zu erziehende Wald zu übernehmen hat.

Gewöhnlich liegt der Ursprung einer Lawine, die sogenannte Abbruchslinie, alljährlich an derselben Stelle, weil jeder Abbruch in den meisten Fällen durch eine besondere Terrainbildung hervorgerufen wird. Die möglichst genaue Ermittlung der Abbruchstelle ist daher unerläßlich, wenn die Verbauung oder Festigung der Lawine mit Erfolg vorgenommen werden soll, und läßt sich dieselbe am besten und einfachsten bestimmen, wenn sofort nach dem Abgange der Lawine ein ortskundiger und gewandter Bergsteiger nach dem Entstehungsorte entsendet wird. Die an der zurückgebliebenen Schneewand ersichtliche Anbruchslinie muß dann an Ort und Stelle durch Pflöcke oder sonstige Steinmarken dauernd bezeichnet werden.

Die eigentlichen Verbauungen lassen sich mit Rücksicht auf den speciellen Zweck, der mit der Anlage erreicht werden will, unterscheiden:

a) in Bauten zur Festigung und Bindung der Lawine an der Anbruchstelle;

b) in Bauten, die eine Ableitung der Lawine bezwecken (Leitwerke) und die entweder zunächst der Anbruchstelle oder innerhalb der Gleitbahn errichtet werden, und

c) in Bauten, die zum Schutze einzelner Objecte gegen die Wirkungen der abkürzenden Lawinen errichtet werden.

Nach Maßgabe des verwendeten Materials können die Verbauungsanlagen bestehen:

a) aus Holz,
b) aus Holz und Eisen und
c) aus Stein.

Selbstverständlich gibt es Lawinenzüge, deren Verbauung mit Rücksicht auf die Gestaltung des Terrains auf große technische Schwierigkeiten stößt; ja es kann die Verbauung unter gewissen Verhältnissen, wenn nämlich das Abbruchsgebiet von zahlreichen hohen Felswänden gebildet wird, geradezu als unausführbar sich erweisen.

Parallel und horizontal geführte Gräben können auch als Lawinenverbauung gelten, nur empfehlen sie sich nicht besonders, weil

a) der Boden durch die Gräben durchweicht werden und daher leicht in Bewegung gerathen könnte;
b) die Reinhaltung der Gräben, beziehungsweise das Herausnehmen der eingefallenen Erd- und Steinmassen, welche von den Regen- und Schneewässern hineingetragen wurden, alljährlich namhafte Kosten verursacht.

Aus den gleichen Gründen sind auch künstlich eingegrabene, beziehungsweise hergestellte Terrassen nicht zu empfehlen.

§. 233. Lawinenverbauungen mit ausschließlicher Verwendung von Holz. *

Anlagen zum Zwecke der Verbauung einer Lawine, und zwar unmittelbar am Abbruchsorte, können mit Erfolg aus Holz hergestellt werden, d. h. es empfiehlt sich Holz als Mittel der Verbauung:

a) in jenen Oertlichkeiten, wo die Erdkrume so tief ist, daß die Holzbauten mit der genügenden Festigkeit aufgestellt werden können;
b) wenn die Abbruchslinie unterhalb der Baumvegetationsgrenze liegt und unter dem Schutze der Bauten eine Aufforstung des Lawinenabbruchsgebietes geplant wird, und
c) wenn Holz in ausreichender und brauchbarer Menge in nächster Nähe vorhanden sein sollte.

1. Die Verbauung mit Pfahlwerk.

Die einfachste Verbauung einer Lawine kann in der Weise geschehen, daß unmittelbar oberhalb und unterhalb der Abbruchlinie einer Lawine $1\frac{1}{2}$—2 m lange, 15—20 cm im Mittel starke Holzpfähle in mittleren Entfernungen von 0·6—1 m im Dreiecksverbande entsprechend fest in den Boden eingegraben und mit Steinen verkeilt oder mittelst hölzerner Arme gut verankert werden. ** Die Pfähle sind senkrecht zu stellen, weil sie in dieser Richtung mehr Boden finden und durch den Schneeschub ohnedies mit der Zeit etwas thalwärts gedrängt werden. Aufgespaltenes Holz ist zu Pfählen besser als rundes, da das erstere, wenn es mit der breiten Spaltfläche bergwärts gestellt wird, den Schnee mehr zurückhält.

---

* In einem sogenannten lawinenzügigen Gebiete, d. h. unter jenen Bodengestaltungen, wo sich leicht Lawinengänge bilden können, dürfen die zu Verbauungen nothwendigen Stämme nur bei Belassung eine Stockes von 1—$1\frac{1}{2}$ m Höhe den angrenzenden Waldbeständen entnommen werden.

** Im Schweizer Canton Graubünden ist der Lawinenzug Urezzas in der Gemeinde Samnaun mit 752 Pfählen in den Jahren 1873—1879 mit Erfolg verbaut worden.

In der Schweiz sind bisher in sechs Cantonen 33 Lawinenzüge mit 1756 m³ Erdarbeiten, 14.068 m. Mauerwerk, 32.859 Stück Pfählen, 1016 Schneebrücken und einem Kostenaufwande von 91.985 Franc verbaut worden.

In einem sehr steil abfallenden Gehänge oder wo der Boden ein genügendes Feststellen der Pfähle nicht gestatten sollte, werden diese noch durch zwei thalwärts angebrachte Streben versteift, wobei dann die Hauptpfähle keine senkrechte, sondern eine etwas thalwärts geneigte Stellung erhalten. In minder steilen Lagen und bei mäßig tiefen Erdkrumen lassen sich auch aus Pfählen gebildete dreiseitige Pyramiden, wobei die drei Pfähle am Kopfe durch einen hölzernen oder eisernen Bolzen oder Eisenring zusammengehalten werden, mit Vortheil verwenden. Zur weiteren Versteifung können die Füße noch durch drei Querstangen untereinander verbunden werden und sind, so weit dies zulässig, in den Boden einzulassen. Das verwendete Holz ist zu entrinden, die Pfähle sind anzuspitzen, allenfalls auch anzukohlen, in den Boden einzugraben oder mittelst eines Handschlägels womöglich 50—80 cm tief einzuschlagen.

2. Verbauung mit Flechtwerk.

Die Verbauung mit Flechtwerk besteht aus einfachen Pfahlreihen, mit denen gleichfalls oberhalb der Abbruchslinie begonnen und nach Erforderniß nach abwärts fortgefahren werden muß. Die Pfähle sind in Abständen von 1 m 30—60 cm tief und fest in den Boden einzugraben oder einzuschlagen und sodann mit alten Stangen oder sonstigem Ast- oder Abraumholze locker zu verflechten. Zu den Pfählen genügen 1·5—2·0 m lange, 15—25 cm im Mittel starke Stammabschnitte. Die Pfahlreihen, beziehungsweise Flechtwerke können 4—10 m oder noch darüber lang sein und sind in Abständen von 6—15 m über das Abbruchsgebiet, und zwar in der Weise vertheilt aufzustellen, daß unterhalb der Zwischenräume jeder höheren Reihe ein Flechtwerk der nächst unteren Reihe zu stehen kommt. Dabei sind jene Bodenformungen, vorspringende Felsen u. s. w., auf welchen sich leicht Schneeschilder bilden könnten, zu entfernen oder durch ein oberhalb angelegtes Flechtwerk unschädlich zu machen. Auch diese Flechtwerke sind, wenn das Abbruchsgebiet stark geneigt sein sollte, wo also der Einfluß des Schneeschubes ein ziemlich bedeutender werden kann, oder wo der Boden ein entsprechend tiefes Einschlagen der Pfähle nicht gestattet, durch thalwärts angebrachte Streben oder Stützen genügend zu versteifen.

3. Verbauung mittelst Schneebrücken.

Die Schneebrücken finden Anwendung bei der Verbauung von Lawinenzügen in kleineren felsigen Rinnen oder Gräben, wo also Pfähle nicht in den Boden eingeschlagen werden können und der Transport von Eisen große Kosten und Schwierigkeiten verursacht. In der gewöhnlichsten Form bestehen sie in einem Stammstücke, das quer über den zu verbauenden Graben von einem Rande zum anderen gelegt und durch vorhandene Baumstöcke oder eingeschlagene Pfähle befestigt wird. In Ermanglung geeigneter, natürlicher Anlehnungspunkte oder wenn am Rande Pfähle nicht eingeschlagen werden können, wird das quergelegte Stammstück auf Holzböcke gelagert und befestigt.

An dieses Stammstück werden sodann in Entfernungen von 20—30 cm Stangen unter einer kleinen Neigung gegen den Hang gelegt und mit dem Querstamme mittelst hölzerner Nägel verbunden. Ist die Spannung des Querbalkens zu groß, beziehungsweise der Graben weit, dann wird dieser noch durch eine Anzahl von senkrechten Stützen oder Böcken entsprechend unterstützt.

4. Verbauung mit Doppelsäulen und Querhölzern.

Die Construction derselben ist aus der Ansicht und dem Schnitte Fig. 157 zu entnehmen. Die zwei Säulen a und b werden mittelst Drahtbänder verbunden, wodurch gleichzeitig auch die Querhölzer c in ihrer Lage erhalten werden. Die Streben d sind mit den Hauptpfählen a und den kurzen Stützpfählen e mittelst eiserner Bolzen verbunden. Anstatt runder Querhölzer lassen sich auch Spalthölzer, getheilte Stammstücke, mit Vortheil verwenden. Im Uebrigen werden diese Werke in gleicher Weise wie die Flechtwerke auf dem Abbruchsgebiete vertheilt aufgestellt.

§. 234. Lawinenverbauungen aus Holz und Eisen.

Derartige Verbauungen wären anzuwenden:

a) wenn es sich um solche Anlagen im Gebiete der Waldvegetation handelt, d. i. also an Oertlichkeiten, wo eine Wiederbewaldung möglich ist und auch seinerzeit angebahnt werden soll;
b) wenn in Folge einer geringen Erdkrume den Pfählen nicht der erforderliche Grad von Standfestigkeit gegeben werden kann;
c) wenn Holz vorhanden ist und das Hinaufschaffen von Eisenstangen (abgenützte alte Rollbahnschienen) nicht mit allzu großen Kosten und Schwierigkeiten verbunden ist, und
d) wenn ein Felsengerinne als Lawinenzug verbaut werden soll und im vorliegenden Falle Steinbauten wegen des nothwendigen Wasserabflusses unausführbar sind.

Die Lawinenverbauungen aus Holz und Eisen bestehen aus einem System von eisernen Säulen, an welche sodann Hölzer in verticaler oder horizontaler Lage befestigt werden. Ein solches Verbauungsobject heißt ein Schneekorb oder, wenn derselbe allenfalls nur zum Schutze gegen abgehende Steine angebracht worden wäre, ein Steinkorb.

Wir unterscheiden weiters mit Rücksicht auf die Stellung der Ausfüllhölzer in einem Korbe

a) liegende
b) stehende

} Schnee- oder Steinkörbe.

Die einzelnen Körbe haben eine unterschiedliche Länge, eine Höhe von 1·5—2·0 m und werden in gleicher Weise wie die Flechtzäune im Verbauungsgebiete aufgestellt.

Der liegende Korb (Fig. 158)*

besteht aus einer Reihe eiserner Säulen, am zweckmäßigsten alte Rollbahnschienen, die in Entfernungen von 2—3 m in den Felsengrund in entsprechend tief vorgebohrte Löcher eingesetzt werden. An diese Säulen werden in horizontaler Lage Rundhölzer oder besser gespaltene halbrunde Stücke mittelst Draht an die in den Eisenschienen angebrachten Löcher derart befestigt, daß zwischen je zwei Querhölzer ein Zwischenraum von 15—20 cm offen bleibt. Die Säulen können entweder lothrecht oder senkrecht auf den Berghang gestellt werden und erhalten zur weiteren Festigung thalwärts angebrachte Holzstreben oder werden bergwärts (Fig. 159) mit starken Drähten oder Gliederketten an Pfähle

* Ueber Anregung des Verfassers ist ein Lawinenzug in den steilen und felsigen Hängen des Sonnsteins zunächst Gmunden, wo die Lawinenstürze die Sicherheit des Bahnverkehres auf der Salzkammergutbahn bedrohten, im Jahre 1878 verbaut worden. Der Verfasser hat die combinirte Anwendung von Holz und Eisen in den in Fig. 157, 158 und 159 dargestellten Constructionsformen empfohlen, welche sich auch sehr gut bewährt haben. Im Jahre 1882 wurde die Anzahl der Körbe vermehrt und gleichzeitig auch ein Leitwerk für einen neu entstandenen Lawinenzug erbaut.

befestigt, welch' letztere an geeigneten Stellen, in Felsenritzen u. dgl., fest in den Boden einzulassen sind. Selbstverständlich ist in einem tiefen Boden die Verwendung von eisernen Säulen ausgeschlossen, weil für einen so kleinen Querschnitt in dem lockeren Boden nicht die erforderliche Standfestigkeit erzielt werden könnte.

Der Schneekorb Fig. 159 ist am Sonnsteine bei Gmunden ziemlich tief unterhalb der Abbruchslinie in einer Felsenschlucht erbaut und functionirt gewissermaßen als eine Schneesperre, beziehungsweise es ist derselbe in seiner Construction auf das Auffangen und Zurückhalten größerer Schneemassen (1300 m^3) berechnet. Aus diesem Grunde wurde er besonders solid und 4 m hoch hergestellt.

Der stehende Korb.

Derselbe besteht wie der liegende aus verstrebten Säulen und aus einem oder zwei Querhölzern, an welche sodann die eigentlichen Auffanghölzer in Abständen von 15 bis 20 cm vertical befestigt werden. Bei Verwendung von nur einem Querholz müssen die vertical gestellten Auffanghölzer mit ihrem Fuße in den Boden entsprechend tief eingelassen werden, wodurch deren Dauer vermindert und der Aufwand der Herstellung erhöht wird, aus welchem Grunde die Anwendung von zwei Querhölzern vorzuziehen ist.

§. 235. Lawinenverbauungen aus Stein.

Die Verbauung eines Lawinenzuges mittelst Steinbauten hätte platzzugreifen:

a) in einem Lawinenzuge, dessen Abbruchsgebiet über der Baumvegetation liegt, wo also die Bauten als ständige Anlagen zu gelten haben, und

b) in felsigen Böden, wo Steinmaterial in genügender Menge vorhanden ist, das Beistellen von Holz und Eisen dagegen bedeutende Kosten verursacht oder wo Holz in der erforderlichen Menge und Beschaffenheit nicht verfügbar ist.

Gewöhnlich liegen Lawinenzüge in einem oder oberhalb eines von Natur aus lichtgestellten Waldbestandes, „Alpswälder," wo das Herausnehmen größerer Holzmassen leicht zur Entstehung neuer Lawinenzüge führen könnte. Unter so bewandten Umständen ist es dann besser, von der Verwendung des Holzes ganz abzusehen, beziehungsweise den Steinbauten den Vorzug einzuräumen. Die Steinbauten sind bergwärts gemessen 1 m hohe und 0·5—1·5 m im Mittel dicke Trockenmauern. Auf felsigem Boden und in steilen Berghängen muß ein horizontaler Fuß für die Mauer in den Grundfels ausgesprengt werden, während bei Erdreich und in tieferem Boden eine flache Fundirung genügt. Thalwärts erhalten die Mauern einen Anzug von ein Drittel bis ein Viertel der Höhe.

Die Mauern haben keinen hohen Druck auszuhalten, wenn sie nicht zu weit von einander und unmittelbar im Abbruchsgebiete errichtet werden. Es genügt daher eine mäßig tiefe Fundirung. Die Mauern sind mit Rücksicht auf eine längere Dauer mit großen und schweren Steinplatten oder in Ermanglung solcher mit frischen Rasenstücken einzudecken und in den Flanken möglichst fest herzustellen, wozu sich die Verwendung größerer Steine empfiehlt, weil sonst an dieser Stelle die Mauer vom Schneeschub leicht angebrochen werden könnte.

Der Raum hinter der Mauer, d. i. bergwärts, darf selbstverständlich nicht ausgefüllt werden, weil sonst der eigentliche Zweck der Anlage von Schneemassen verloren gehen würde. Die Vertheilung der unterschiedlich langen Längsmauern geschieht in gleicher Anordnung und Art wie die der Pfahlreihen oder Flechtzäune bei dem Holzbaue.

§. 236. Zweck und Anlage der Leitwerke.

Die Leitwerke haben den Zweck, eine Lawine aus ihrer ständigen Bahn abzuleiten, beziehungsweise dieselbe in einen unschädlichen Lawinengang zu überführen. Die Ableitung kann von einem jeden Punkte der Gleitbahn aus erfolgen, wenn es sonst die örtlichen Verhältnisse gestatten. Die Anlage eines Leitwerkes wird zunächst des Ausbruchsgebietes dem Zwecke am besten entsprechen und sich auch am leichtesten herstellen lassen, wenn in nächster Nähe eine Terrainfalte vorhanden ist, in welche die Einführung der Lawine möglich sein sollte. Schwieriger ist die Ableitung innerhalb oder an der unteren Ausmündungsstelle des Lawinenzuges, denn hier bedarf es dann schon umfangreicher Bauten, um den Zweck zu erreichen.

Die Anlage eines Leitwerkes tritt zunächst dann in Frage, wenn wichtige Verkehrsmittel, Eisenbahnen, Straßenzüge u. dgl., oder Ortschaften gefährdet sind, und wenn eine Verbauung der Lawine als Unmöglichkeit sich herausstellen sollte, d. h. wenn deren Anbruchslinie in ungünstigem Terrain liegt. Die Leitwerke können wie die übrigen Lawinenverbauungsobjecte aus Holz oder Stein bestehen und bekommen die Form einer schiefen Block- oder Balkenwand, oder sie werden aus einer entsprechend hohen Trockenmauer hergestellt, die sich in einer sanften Curve längs des Hanges bis zu jener Stelle hinzieht, wo die Einleitung der Lawine geplant wird.

Die Leitwerke müssen:

a) genügend fest sein, um dem Seitendrucke der gleitenden Schneemassen gehörigen Widerstand entgegensetzen zu können;

b) im Punkte der Ausleitung so hoch geführt werden, daß nicht ein Ueberstürzen der Schneemassen über die künstlich angelegte Gleitbahn möglich bleibt, und endlich

c) muß die Ausleitung in der Tangente der bestehenden Gleitbahn, und zwar in einem thunlichst sanften Bogen erfolgen.

Gut angelegte Leitwerke erfüllen in kleinen Lawinenzügen, d. h. dort, wo Schneemassen von nur mäßigem Umfange niedergleiten, ihren Zweck; ob aber mit derartigen Bauten auch in großen Lawinenzügen erfolgreich vorgegangen werden kann, muß die Erfahrung lehren.* Endlich werden noch zum Schutze einzelner gefährdeter Wohngebäude mächtige dreiseitige Steinpyramiden, wovon die eine scharfe Kante gegen den Lawinenzug gestellt wird, errichtet und haben diese Bauten den erhofften Schutz thatsächlich auch gewährt.

§. 237. Allgemeine Bauregeln und vorbeugende Maßnahmen gegen die Bildung von Lawinenzügen.

1. Die Objecte sind in einem wellenförmigen Terrain in die Vertiefungen und in größeren Mulden an den thalwärts liegenden Rand derselben zu stellen.

2. In einem gleichmäßig abfallenden Hange können, wenn es die Bodenverhältniss gestatten, auch kleine 0·6 breite Terrassen hergestellt werden, an deren thalwärts gekehrtem Rande sodann die Pfähle einzuschlagen sind.

---

* In der Gemeinde Rueras im Schweizer Canton Graubünden ist ein Lawinenzug, der sein Richtung auf das Dorf genommen hatte, durch eine 100 m lange, 5 m hohe und an der Krone 2 m breit Streichmauer mit Erfolg in eine Runse abgelenkt worden. Auch längs der Salzkammergutbahn, und zw im Koppenthale, sind Streichmauern zur Ableitung der Lawinen an ihrer Ausmündungsstelle erbaut worde

3. Wenn die Bildung von Oberlawinen zu fürchten ist, dann müssen die Objecte höher und dementsprechend auch stärker und solider hergestellt werden.*

4. Wenn im Abbruchsgebiete Felsköpfe aus dem Boden emporragen, so müssen die Objecte am Fuße derselben, aber etwas entfernt davon, errichtet werden.

5. Es können Holz- und Steinbauten gleichzeitig in einem Lawinenzuge zur Verwendung kommen, wodurch den localen Terraingestaltungen und Bodenverhältnissen am besten entsprochen, beziehungsweise Rechnung getragen werden kann.

6. Bei der Aufstellung der einzelnen Objecte ist auch noch in Betracht zu ziehen, daß unter jenen Verhältnissen, wo das Abbrechen von Schneeschildern die Grundursache einer Lawinenbildung ist, diese sich an manchen Felswänden oder Felsköpfen nicht immer an der gleichen Stelle bilden, sondern daß dies von der herrschenden Windrichtung eines Winters im hohen Grade beeinflußt wird, was schon bei der Stellung der Objecte in Rechnung zu ziehen ist.

7. Baumgruppen, Felsblöcke oder Steinhaufen können mit Vortheil in das Verbauungsnetz einbezogen werden, wodurch sich möglicherweise Ersparungen am Gesammtaufwande erzielen lassen.

8. Im Hochgebirge kommen häufig Plateaux vor, die von nahezu senkrecht gestellten Wänden umschlossen werden**, an deren Fuß sich mehr oder minder steile und ausgedehnte Berglehnen anschließen. Am Plateaurande bilden sich dann stets mächtige Schneewände, deren Absturz Lawinen hervorrufen kann. In einem solchen Falle sind Verbauungen am Fuße der Wände erfolglos; wohl aber läßt sich die Entstehung der Schneewände vermeiden, wenn 5—10 m vom Plateaurande entfernt eine 2—3 m hohe Trockenmauer errichtet wird. Zur weiteren Sicherheit wäre noch in einem Abstande von 10—15 m parallel zur ersten Mauer und zum Plateaurande eine zweite Mauer von etwas geringerer Höhe herzustellen.

9. Wenn ein Lawinenzug nicht in einem Jahre verbaut werden kann, oder wenn Sprengungen nothwendig werden, muß mit der Aufstellung der Objecte stets unmittelbar oberhalb der Abbruchsgrenze, d. i. am höchsten Punkte begonnen und nach abwärts fortgefahren werden. Nasse Stellen müssen innerhalb der Abbruchsfläche entwässert werden.

10. Die einzelnen Objecte sind ihrer Längsrichtung nach möglichst in die Schichtencurven, d. i. in horizontalen Linien aufzustellen und dem Terrain anzupassen; desgleichen müssen dieselben unausgesetzt in einem guten baulichen Zustande erhalten werden. Es wird ab und zu das eine oder andere Object vom Schneeschub, vom Steinsturz u. dgl. beschädigt und muß dann alsogleich ausgebessert oder durch ein neues Werk ersetzt werden.

11. Wenn ein Lawinenzug mit Legföhren bewachsen ist, so kann eine Bindung und Festigung der Lawine auch dadurch erzielt werden, daß man den Legföhrenbestand in horizontalen Streifen durchhaut, d. h. es sind durch den Bestand in Entfernungen von 5—10 m Streifen in der Breite von 2—4 m in der Richtung der Schichtencurven kahl abzuholzen, wobei das Belassen hoher Stöcke nicht zu übersehen ist.

12. Die im Abbruchsgebiete oder in nächster Nähe vorhandenen Bäume, beziehungsweise die Waldvegetation ist unberührt zu lassen, und müssen aus wirthschaftlichen Gründen

---

* Nach den Erfahrungen in der Schweiz haben sich in den verbauten Lawinenzügen noch keine Oberlawinen gebildet und scheint es, daß das durch die Verbauung hervorgerufene wellenförmige Profil der Schneemassen die Bildung von Oberlawinen zu verhindern vermag.

** Schneegrabenlawine im Koppenthale des steiermärkischen Salzkammergutes.

einzelne Stämme entfernt werden, dann sind mindestens 1·5 m hohe Stöcke zu belassen. Ist dagegen das Abbruchsgebiet entwaldet und für eine Wiederaufforstung geeignet, so ist nach erfolgter Aufstellung der Verbauungsobjecte mit der Bepflanzung der Fläche zu beginnen. Zur Aufforstung sind jene Holzarten zu wählen, die den gegebenen Standortsverhältnissen und der Bodenbeschaffenheit entsprechen und die gleichzeitig raschwüchsig sind, damit sie so bald als möglich die Function der Verbauungsobjecte übernehmen können. Am besten dürften sich Lärchen, Fichten, Schwarzföhren und Zirben eignen. Die Pflanzung selbst ist in horizontalen Reihen möglichst dicht auszuführen.*

D. Bauten zur Festigung von Terrainbrüchen.**

§. 238. Die Entstehung der Terrainbrüche, deren nachtheiliger Einfluß, der Zweck und die verschiedenen Methoden der Verbauung wunder Flächen.

Die Bergabhänge sind überall, wo sie nicht aus zu Tage tretenden Felsen bestehen, aus einer mehr oder weniger tiefen Erdschichte gebildet, die an ihrer Oberfläche oft nur mit einer dünnen Rasendecke, mit Moos oder verwesenden Baum- und Pflanzenresten bedeckt ist. Starker Weidegang, unvorsichtige Holzbringung und Elementarereignisse können an solchen stark abgedachten Flächen eine Beschädigung der schützenden Decke veranlassen, sowie die Abschwemmung der Humus- oder Moosschichte verursachen; dann ist die bloßgelegte lockere Erdschichte den Einflüssen der Witterung und der Abschwemmung durch das abfließende Wasser in besonderem Grade ausgesetzt, welcher Zustand durch wiederholte Einwirkung der genannten Factoren sicher zur vollständigen Verrüfung des betreffenden Terrains führen kann. Die Grundursachen eines Terrainbruches, einer sogenannten Erdlawine, wodurch größere Flächen auf eine mehr oder minder bedeutende Tiefe ihrer schützenden festen Oberfläche beraubt werden können, sind entweder:

a) Wildbäche, die in Folge von Aenderungen des Durchflußprofils umfangreiche Verwundungen und Einstürze der seitlichen Hänge hervorrufen können, oder

b) locale Versumpfungen des Bodens bis zu namhaften Tiefen, oder endlich

c) mechanische Verwundungen, hervorgerufen durch die Holzausbringung, Steinstürze, übermäßigen Weidegang, elementare Ereignisse, Hagel, Wolkenbrüche u. dgl.

Derlei wunde Stellen müssen sich folgerichtig allmälig vergrößern und führen, wenn sie alte und mächtige Schutthalden betreffen, bedeutende Schuttmassen den Triftbächen zu. Deren Verbauung, beziehungsweise Festigung ist daher in vielen Fällen eine dringend gebotene Maßnahme. Selbstverständlich muß in erster Linie die Grundursache behoben und damit die Fläche zunächst zur Ruhe gebracht werden, womit allerdings die Folgen noch immer nicht beseitigt sind, weil solche offene und entblößte Flächen allen Witterungseinflüssen unterliegen. Bevor jedoch zur Bekleidung der wunden Stellen geschritten wird, muß am oberen Theile der Bruchfläche der allenfalls unterwühlte Rasenbelag entfernt werden, wobei gleichzeitig der obere Rand gleichmäßig abzuböschen ist. Desgleichen sind auch die am Rande der Bruchfläche stehenden hochstämmigen Bäume zu

---

* Die verbaute Abbruchsfläche am Sonnstein bei Gmunden wurde mit 40% Lärchen, 30% Fichten, 30% Schwarzföhren in einem Verbande von 1·25 m Reihenabstand und einer Pflanzweite von 0·8 m innerhalb der Reihen, daher mit 10.000 Pflanzen per Hektar aufgeforstet.

** Schubert, „Weg- und Brückenbau," Schuberg, „Waldwegbau," II. Band. „Centralblatt," Jahrgang 1877, p. 574, Jahrgang 1879, p. 33, 91.

beseitigen, während die eigentliche Festigung der wunden Fläche je nach den örtlichen Verhältnissen und verfügbaren Mitteln in nachstehender Weise erzielt werden kann.

1. Durch Ansaat mit Grassamen,

wenn die Fläche nicht aus einem sehr trockenen und mit Steinen stark durchmengten Erdreiche bestehen sollte. Mit der Ansaat von Grassamen empfiehlt sich gleichzeitig, wo dies die Standorts- und Bodenverhältnisse gestatten, die Anpflanzung von Lasiagrostis Colamagrostis (Link), eine charakteristische Schuttpflanze des südlichen Kalkalpenzuges, die mit ihrem tiefen und sehr verzweigten Wurzelsystem zur Festigung wunder Böden Vortreffliches leistet, desgleichen können auch die Carexarten empfohlen werden. Die Anzucht erfolgt am besten durch das Stecken von 3—5 cm langen Rhizomen. *

2. Durch Rasenbelag.

Die wunde Fläche wird schachbrettförmig mit 0·3 m² großen und 0·15 m dicken Rasenstücken in Abständen von 2 m belegt und jedes einzelne Rasenstück mit 1—1½ m langen Pfählen an den Boden angeheftet. Die Zwischenräume des Rasenbelages werden mit Holz bepflanzt und noch überdies mit Gras besamt. In Ermangelung geeigneter Pflanzen kann die Fläche auch mit ausschlagfähigen 0·5 m langen Weidenstecklingen aufgeforstet werden.

3. Durch Rasenbelag in Verbindung mit Flechtzäunen.

Oft können in der Nähe wunder Stellen Rasenstücke in hinreichender Menge nicht beschafft werden, oder es ist das Gewinnen von Rasen in größerem Umfange nicht statthaft, wie z. B. in leicht beweglichem Terrain. In solchen Fällen werden die Rasenstücke in größeren Entfernungen, sonst aber in gleicher Größe, wie unter 2 beschrieben wurde, gelegt, dazwischen in horizontalen Linien 0·6 m lange Pflöcke zur Hälfte in den Boden eingeschlagen und korbartig mit Weidenruthen verflochten, deren Ende in die Erde gesteckt wird. Der übrige wunde Theil der Fläche wird mit Grassamen bebaut und mit Holzpflanzen und Weidenstecklingen besetzt.

4. Durch Flechtzäune allein.

Sind Rasenstücke nicht zu beschaffen, so muß vor einer Verpflanzung die ganze Fläche schachbrettförmig mit Flechtzäunen durchzogen werden. Die Bindung mit gekreuzten Flechtzäunen ist in sehr leicht beweglichem Terrain allen anderen Versicherungen vorzuziehen. In den meisten Fällen sind verrüfte Flächen noch mit mehr oder minder tiefen, vom Regenwasser eingerissenen Rinnen durchzogen. Die Bindung solcher Risse ist in vielen Fällen von der Anlage einfacher Flechtzäune nicht zu erwarten. Dieselben müssen, um dies zu erreichen, zuerst mit Faschinen verlegt werden, welche nach der Breite und Tiefe er Wasserrisse entsprechend stark zu binden und mittelst Pflöcke anzuheften sind. Die aschinen sind nach der Längsrichtung ** der Risse zu legen. In steilen Berghängen oder

---

* Deschmann und Wessely empfehlen für Carex, Agrostis, Arundo u. dgl. das Stecken von Wurzelbrut, chdem die Anzucht aus Samen vielfach mißlingt.

** In breiteren Einrissen werden die gebundenen Faschinen horizontal gelegt, mit den Enden in die eitenböschungen des Einrisses eingebettet und noch überdies mit einer genügenden Anzahl von Pfählen geheftet oder in die Sohle des Einrisses vernadelt.

in sehr lockerem Boden müssen solche Wasserrisse ihrer ganzen Länge nach mit Faschinen ausgelegt werden, während bei günstigeren Verhältnissen theilweise Einlagen, d. h. eine streckenweise Verlegung der Sohle des Einrisses genügt. Das abfließende Wasser verliert durch die Faschineneinlagen seine kolkende Kraft, und man erreicht theils schon dadurch, theils durch die später erfolgende Bewurzelung der Faschinen entsprechende Festigkeit und damit Stabilität der Sohle.

5. Durch Berauhwehrung.

In der angebrochenen Fläche, wenn dieselbe sonst nicht zu steil ist und eine genügende Bodenschichte hat, werden in horizontalen Linien circa 30 cm tiefe Gräben ausgehoben und in diese frische, möglichst lange Weidenruthen gelegt und der Graben geschlossen. Die eingegrabenen Weidenruthen werden sodann nach aufwärts über die wunde Fläche flach ausgebreitet und mittelst zusammengedrehter Faschinenbündel und Pfähle am Boden festgehalten. Die Entfernung der herzustellenden Horizontalgräben hängt von der Länge der verfügbaren Weidenruthen ab.

6. Durch Terrassenbau mittelst Anwendung von Flechtwerk oder Steinbauten.

Kleine Uferanbrüche können anschließend an den Uferschutzbau derart verbaut werden, daß von unten nach aufwärts Flechtzäune errichtet werden, die dann bergwärts bis zur Krone mit dem Erdreich der wunden Fläche hinterfüllt werden. Anstatt der Flechtzäune lassen sich auch Trockenmauern mit Vortheil verwenden. Durch diese Anlagen werden die Flächen terrassenförmig abgestuft.

7. Die Abpflasterung der wunden Fläche.

Selbstverständlich läßt sich diese sicher wirkende Befestigung eines Terrainbruches mit Rücksicht auf die Kosten nur auf kleinen Flächen ausführen, ist aber namentlich dann zu empfehlen, wenn alle Bedingungen vorhanden sind, daß der Bruch großartige Dimensionen annehmen könnte.

Im Allgemeinen wären noch bei Verbauung von Terrainbrüchen folgende Regeln zu beobachten:

1. Von der Bruchfläche sind Wasserabflußrinnen abzuleiten und muß, falls dies unthunlich sein sollte, das Gerinne über die wunde Fläche schalenförmig mit Holz oder Stein ausgekleidet werden.

2. Kann mit der Befestigung erst begonnen werden, wenn die Fläche in Ruhe gekommen ist.

3. Ist die Ausübung der Viehweide auf den gebundenen Bruchflächen oder auch der Transport von Forstproducten über dieselben ganz unstatthaft.

4. Sind zu den Flechtwerken ausschlagfähige Weiden zu benützen und ist daher die Bindung der Bruchfläche mit derartigem frischerzeugten Materiale zu einer Zeit vorzunehmen, wo auf das Ausschlagen der Flechtruthen oder Stecklinge mit Sicherheit gerechnet werden kann.

5. Sind entstandene Erdrisse oder Terrainbrüche sogleich zu verbauen, weil derartige Schäden sich in ihrer Entstehung am einfachsten und billigsten beheben lassen.

§. 239. Arbeitsaufwand bei der Verbauung von Terrainbrüchen.

1. Einen m^3 Rasen gewinnen und auf eine verglichene Entfernung von 50 m zuführen erfordert 0·35 Tagschicht und 4 m^3 Grundfläche.

2. Einen m^3 Kopfrasenverkleidung legen, befestigen, feststampfen und begießen erfordert 36 Rasenziegel à 0·11 m^3 und 0·16 m dick und 0·25 Tagschicht.

3. Einen m² Flächenrasenverkleidung herstellen und die Rasenstücke mit 0·25 m langen, 0·02 m starken Holzpflöcken befestigen nebst Begießen erfordert 0·06 Tagschicht.

4. Einen m² wunde Böschung besäen und den Samen entsprechend unterbringen erfordert 2·2 l Grassamen und 0·01 Tagschicht.

5. Das Bepflanzen einer wunden Fläche mit Weidenstecklingen, einschließlich der Gewinnung und Beibringung des nothwendigen Materials, in einem Reihenverbande von 50/20 cm, erfordert per 100 m² einen Aufwand von 3—4 Tagschichten.

6. Die Festigung einer Rutschfläche mittelst kreuzweise gestellter Flechtzäune, wobei die Längs- und Querzäune in einer mittleren Entfernung von 2 m gestellt werden sollen, erfordert per 100 m² Rutschfläche, einschließlich der Beischaffung des Materials, einen Aufwand von 9—12 Tagschichten.

7. Die Herstellung eines laufenden Meters Flechtzaun zur Versicherung von Erdböschungen oder Rutschflächen mittelst 2·5 Stück 1—1·3 m langer, 5—8 cm starker Weidenpflöcke, die in Entfernungen von je 40 cm auf die Hälfte oder zwei Drittel ihrer Länge reihenweise und auf gleiche Höhe in den Erdboden einzuschlagen sind. Diese Pfahlreihen sind dann im Grunde bis 5 oder 8 cm unter dem Kopf mit 4—5 m langen, 2—2·5 cm dicken, am Auslaufe buschigen, dabei frischen und ausschlagfähigen Weidenruthen dicht zu verflechten. Die dickeren Enden der Reiser sind zur Erzielung ihrer Bewurzlung schief in den Erdboden einzustecken, weshalb längs der Pfahlreihe eine 16 cm tiefe Furche zu ziehen ist, die nach der Verflechtung wieder mit Erde ausgefüllt wird.

Der Raum hinter den Flechtzäunen ist mit großen Klaubsteinen oder Erde zu hinterfüllen.

Die sämmtlichen Herstellungen, als: das Zuspitzen, Rändern und Einschlagen der Pfähle, Flechten und Hinterfüllung, erfordern einschließlich der Gewinnung und Zulieferung auf kurze Strecken an nothwendigen Weidenruthen und Pflöcken, 0·08—0·12 Tagschicht, 2·5 Stück Flechtzaunstecken und 0·17 Bund 4—5 m lange Weidenruthen.

8. Ein laufender Meter Flechtzaun aus zwei Stück 1·6—2·2 m langen, 8—11 cm dicken Fichtenpflöcken, sonst wie in Post 7 herstellen, erfordert 0·15—0·17 Tagschicht und an Material 2 Stück fichtene Flechtzaunstecken und 0·33 Bund 4—5 m lange Weidenruthen.

9. Die Herstellung eines laufenden Meters Flechtzaun aus 1·5 Stück 2½—3 m langen, 11—16 cm starken Fichtenpflöcken, die in Entfernungen von 0·6—0·7 m zu schlagen und mit Weidenruthen zu verflechten sind, erfordert sammt Hinterfüllung und Beistellung des erforderlichen Materials 0·5 Tagschicht, 1½ Stück Fichtenpflöcke und 0·5 Gebünde Weidenruthen.

E. Arbeiten zur allgemeinen Verbesserung der Triftbäche.*

§. 240. Die Vortheile einer Triftbachräumung und die Art ihrer Durchführung.

Unter Räumung des Triftbaches verstehen wir die Beseitigung derjenigen Gegenstände in einem Bachgerinne, welche dem Triftbetriebe Schwierigkeiten entgegenstellen, enselben behindern und vertheuern. Zu diesen Gegenständen sind in erster Linie einge-

* „Centralblatt für das gesammte Forstwesen," Jahrgang 1877, p. 449, 524 und 572; Jahrgang 1879, p. 550.

rollte Felsenbrocken zu rechnen, welche häufig Stopfungen und Anstauungen der Triftthölzer hervorrufen.

Die Vortheile einer Triftbachräumung bestehen somit:

a) in einer unbehinderten, d. i. in einer erleichterten und billigen Abtriftung der Hölzer;
b) in der ungestörten Erhaltung des Stromstriches in Mitte des Bachbettes;
c) in der Beseitigung von Querströmungen und der damit im Zusammenhange stehenden Uferbeschädigungen;
d) in der Verminderung der Gefahren des Triftbetriebes im Allgemeinen;
e) in der Schonung der betreffenden Uferschutzbauten, indem die Triftthölzer in einem geringeren Grade an die Ufer geworfen werden;
f) in der Verringerung der Beschädigung der Triftthölzer, wodurch der quantitative und qualitative Holzverlust oder der Triftcalo herabgemindert wird;
g) in der Möglichkeit, auch Hölzer von größeren Dimensionen triften zu können, und
h) in der Zulässigkeit, das Triftgeschäft schneller zu beenden, nachdem die Bildung von Strandhölzern durch eine zweckmäßige Triftbachräumung wesentlich vermindert wird.

Die Räumungsarbeiten können sich im Allgemeinen erstrecken:

1. auf die Beseitigung von Kies- oder Schotteranhäufungen, „Schotterbänken," und

2. auf das Zersprengen der in das Bachbett eingerollten größeren Felstrümmer.

Die Geschiebeablagerung, Kies- oder Schotterbänke können entweder durch das unmittelbare Verführen des Materials an die Ufer, wo es dann zur Verstärkung und Festigung der letzteren zu verwenden ist, oder durch die Errichtung von Bauten, Spornen, beseitigt werden, indem durch diese der Stromstrich gegen jene Ablagerungen geleitet wird, der dann das angehäufte Material mit sich fortführt. Die Beseitigung von Felsblöcken erfolgt durch Sprengung, wozu sich in den meisten Fällen die Anwendung von Dynamit empfiehlt. Für die Berechnung der erforderlichen Ladung kann die von Mahler empfohlene Formel* $L = f(v + r)^3$ verwendet werden.

In dieser Formel ist f der Widerstandscoefficient der Gesteinsart (für Granit 4·74), v die Widerstandslinie, d. i. die Entfernung des Minenherdes von der nächsten freien Fläche, und r die Entfernung der Mine von der anderen freien Fläche. Für mehrere Minen in einem Steine ist die Ladungsformel $L = f(v - \frac{2}{3} l)$, wobei l die mittlere Entfernung der Minen bedeutet.

Ueber die Anlage der Bohrlöcher spricht sich Mahler folgendermaßen aus:

„Die beiden größten Abmessungen des Findlings geben die Länge l und die Breite b, die geringste Abmessung gibt die Dicke d derselben. Sind diese drei Maße ziemlich gleich groß, so bohrt man in die Mitte des Steinkörpers eine Mine, deren Tiefe $t = \frac{2}{3} d$ beträgt. Differiren aber die Längen von l und b sehr stark untereinander oder mit d, so müssen mehrere Bohrminen angelegt werden, deren Abstand e voneinander das $1\frac{1}{2}$fache der Minentiefe oder rund angenommen gleich der halben Steindicke $e = \frac{d}{2}$ ist. Läßt es die Gestalt des Steines zu, so legt man die Minen in einer geraden Linie nebeneinander an."

* „Centralblatt," Jahrgang 1877, p. 524.

Werden Felstrümmer, Findlinge, unter Wasser gesprengt, so schnürt man die Dynamitladung in ein festes Packet ein und dichtet die an eine Stange gebundene Zündschnur mit Theer oder flüssigem Pech. Die Ladung wird dann mittelst der Stange auf den entsprechenden Punkt des abzusprengenden Felsstückes gestellt. Nach Untersuchungen von Hampel erfordert das Sprengen eines m^3 Dolomitfelsens einen Arbeitsaufwand von 0·18 Tagschicht. *

Die Räumungsarbeiten in einem Triftbache dürfen aber über ein gewisses Maß nicht getrieben werden, namentlich dann nicht, wenn die Bachbettsohle aus einem leicht beweglichen Material besteht, weil sonst durch die Entfernung der größeren Felstrümmer, die gewissermaßen wie Sohlensicherungsbauten wirken, eine Tieferlegung der Bachsohle unvermeidlich eintreten würde. Es genügt, wenn einfach nur die den Triftbetrieb unmittelbar beirrenden Felstrümmer theilweise, d. i. so weit entfernt oder abgesprengt werden, daß eine Stauung von Trifthölzern nicht mehr stattfindet.

IV. Capitel: Die Fanggebäude.

§. 241. Zweck, Wesen und Eintheilung der Fanggebäude.

Alle baulichen Anlagen oder Vorkehrungen, mittelst deren das lose schwimmende Triftholz an einem bestimmten Punkte der Triftstraße gesammelt und festgehalten oder nach einer anderen Richtung geleitet werden kann, heißen Fanggebäude (Holzrechen, Fangrechen).

Die Fanggebäude haben daher im Allgemeinen den Zweck:

a) die ankommenden Hölzer an einem bestimmten Punkte aufzufangen und zu sammeln, oder
b) das Eindringen der Trifthölzer in einen Seitenarm der Triftstrasse zu verhüten, oder endlich
c) die Trifthölzer in einen Triftcanal einzuweisen, d. h. von der Haupttriftstraße abzuleiten.

Mit Rücksicht auf die Bestimmungen oder speciellen Aufgaben, die einem Fanggebäude zufallen, lassen sich diese zunächst in zwei Hauptgruppen untertheilen, und zwar:

a) in Fangrechen und
b) in Abweisrechen.

Die Fangrechen werden mit Rücksicht auf ihre Entwicklungsrichtung entweder senkrecht auf den Stromstrich oder unter einem spitzen Winkel, oder aber in einer gebrochenen Linie aufgestellt; endlich können die örtlichen Verhältnisse auch derart sein, daß dem gebogenen Rechen die Form eines Sackes gegeben werden kann, wodurch dessen Fassungsraum wesentlich erhöht wird.

Wir unterscheiden daher:

a) gerade Rechen,
b) schiefe Rechen,
c) gebrochene Rechen und
d) Sackrechen.

Der Fangrechen kann weiters noch derart construirt sein, daß er außer der ısammlung des Holzes auch noch ein Ansammeln oder Schwellen des Wassers gestattet, d wir haben somit:

ı) Fangrechen ohne Schwellung,
ɔ) Fangrechen mit Schwellung oder Schwellrechen.

* „Centralblatt," Jahrgang 1877, p. 449.

Vermöge der verschiedenen Aufgaben endlich, welche einem Rechen zufallen, unterscheiden wir noch im Allgemeinen:

1. Hauptrechen,
2. Vorrathsrechen,
3. Kohlungsrechen,
4. Nothrechen,
5. Senkholzrechen,
6. Schutzrechen.

Hauptrechen sind alle Fangrechen ohne Rücksicht auf ihre Größe, wenn sie Hölzer zum Zwecke der schließlichen Auslandung ansammeln, während man jene Rechengebäude, welche die Triftholzmassen sammeln, aber dieselben nur vorübergehend für eine bestimmte Zeit festhalten sollen, als Vorrathsrechen bezeichnet. Diese letzteren werden angelegt, wenn die Anhäufung größerer Triftholzmassen am Hauptrechen nicht rathsam erscheinen sollte, d. h. wenn dem Hauptrechen bei seiner Anlage aus örtlichen Rücksichten nicht der erforderliche Grad von Festigkeit gegeben werden konnte. Die Vorrathsrechen werden an einem günstigen Punkte der Triftstraße erbaut und gelangen die darin angesammelten Hölzer erst nach Bedarf in den Hauptrechen.

Sollten innerhalb der Triftstrecke Hölzer behufs Verkohlung ausgeländet werden, so werden untergeordnete Fangrechen, die man mit Rücksicht auf ihre specielle Verwendung Kohlungsrechen nennt, aufgestellt. Nothrechen werden dagegen erbaut, wenn ein Hauptrechen nicht die erwünschte Sicherheit gegen einen allfälligen Durchbruch gewähren sollte. Mitunter dienen dieselben auch dem Zwecke einer vorübergehenden Absperrung eines bestimmten Triftgebietes, damit die am Bache liegenden, beziehungsweise während des Winters zugelieferten Hölzer nicht durch die ersten Frühjahrshochwässer gehoben und weitergeführt werden können. Im ersteren Falle muß der Nothrechen an einem entsprechenden Punkte unterhalb des Hauptrechens, im letzteren an einer möglichst gesicherten Stelle im fraglichen Triftgebiete selbst zur Aufstellung kommen.

Wenn ein Triftbach unmittelbar in einen See einmündet und die abgetrifteten Hölzer in Bögen oder Scheeren gefangen und über den See hinweggezogen werden müssen, dann ist die Anlage eines Rechens, und zwar unmittelbar an der Einmündungsstelle des Triftbaches zweckmäßig und unter gewissen örtlichen Verhältnissen sogar geboten, damit diejenigen Hölzer, welche das Vermögen des Schwimmens verloren haben, im Rechenhofe zu Boden sinken können. Einen solchen Rechen nennt man dann einen Senkholzrechen, während ein Schutzrechen nur den Zweck hat, die von einem Bogen oder von einer Scheere umspannten Hölzer durch längere Zeit vor dem nachtheiligen Einflusse des Wellenschlages zu schützen. Die Schutzrechen pflegt man in einer seichten und möglichst zweckmäßig gelegenen Einbuchtung des Sees anzulegen.

Betrachten wir noch die Anlage eines Fanggebäudes mit Rücksicht auf seine bauliche Herstellung, so haben wir zunächst:

a) zerlegbare Rechen:
   α) schwimmende Rechen,
   β) feststehende Rechen;
b) stabile Rechen:
   α) ausschließlich von Holz,
   β) von Stein und Holz.

§. 242. Wahl des Platzes für die Anlage eines Fanggebäudes und maßgebende Gesichtspunkte dabei.

Die Aufstellung eines Fanggebäudes, beziehungsweise die Wahl der zweckmäßigsten Oertlichkeit und die Bestimmung, welches Material zum Bau verwendet werden soll, und welche Dimensionen der Anlage im Großen als auch im Detail zu geben sind, hängt von einer großen Anzahl einflußnehmender Factoren ab, die theils in dem speciellen Zwecke der Anlage, vorwiegend aber in der localen Beschaffenheit der Oertlichkeit zu suchen sind, an welcher der Bau eines Fanggebäudes geplant wird. Diese Momente müssen daher von Fall zu Fall erwogen werden, ehe endgiltig an die Ausarbeitung des Bauentwurfes für eine bestimmte Oertlichkeit und Form des Gebäudes gegangen wird. Insbesondere sind folgende Momente in Betracht zu ziehen:

1. Die Breite des Triftbaches.

Von der Breite des Triftbaches hängt die Länge der Rechenanlage ab; je kleiner die letztere ist, um so kürzer und solider und daher billiger kann der Rechen hergestellt werden, vorausgesetzt, daß nicht andere Momente gerade für eine möglichste Ausdehnung des Fanggebäudes sprechen sollten.

Von besonderer Bedeutung ist die durchschnittliche Triftbachbreite für kleinere Anlagen, d. i. für Fangrechen, die senkrecht auf den Stromstrich gestellt werden, oder für Bauten von einer vorübergehenden Benützung, beziehungsweise für nicht stabile Werke, beispielsweise für Rechenanlagen in Seitenthälern, von wo die Hölzer nach Maßgabe der fortschreitenden Entleerung des Hauptrechens oder je nach dem jeweiligen Stande des Triftwassers im Hauptbache abgelassen werden.

Bei derartigen untergeordneten Anlagen ist selbstverständlich die Kostenfrage von großer Bedeutung. Da unter solchen Verhältnissen von keinen namhaften Triftholzmassen die Rede sein kann, so ist bei der Wahl des Platzes von jenen Triftbachstellen abzusehen, deren Breite das normale Ausmaß übersteigt. Dagegen ist selbst bei kleinen Anlagen die Stelle einer Triftbacherweiterung einer Verengung des Bachprofils vorzuziehen, weil mit der zunehmenden Bachbettbreite der Druck auf die einzelnen Baubestandtheile vermindert wird und daher der gleiche Zweck mit leichteren Bauherstellungen erreicht werden kann. Bei größeren Anlagen sind jene Stellen des Triftbaches zu wählen, wo derselbe durch ein entsprechendes Breiterwerden die Bildung eines möglichst geräumigen Rechenhofes gestattet, vorausgesetzt, daß es sich um den Bau eines Fangrechens handelt, während oberhalb des Rechenhofes der Triftbach eine mäßige Breite besitzen sollte, da in diesem Falle die Anlage der Schleusenwerke und Sandgitter wesentlich erleichtert wird. Abweisrechen müssen stets schief gestellt werden, d. h. mit dem Stromstriche einen spitzen Winkel bilden, je breiter daher der Triftbach ist, um so länger und kostspieliger wird das Fanggebäude. Bedeutende Erweiterungen des Bachbettes werden daher bei der Anlage on Abweisrechen, wenn nicht etwa andere Momente für die Wahl einer solchen Stelle rechen sollten, zu vermeiden sein.

2. Das Gefälle der Triftstraße.

Das Gefälle der Triftstraße äußert sich:

a) in einer erhöhten Wassergeschwindigkeit,

b) in einem vermehrten Drucke des Wassers auf die Bestandtheile des Fanggebäudes,

c) in einer stärkeren und umfangreicheren Zufuhr von Geschiebemassen in den Rechenhof eines Fangrechens, und

d) werden die Hölzer, die mit einer größeren Geschwindigkeit und daher mit einer bedeutenderen Kraftäußerung im Rechenhofe anlangen, sich in anderer Weise vor das Rechengebäude legen und untereinander verspreizen und versteifen, als wenn sie mit mäßiger Geschwindigkeit an die Bestandtheile eines Fang- oder Abweisrechens heranschwimmen.

Jede Erhöhung des ohnedies namhaften Druckes, den die in den Rechenhof eintretenden Holz- und Wassermassen auf die Bestandtheile des Fanggebäudes ausüben, muß thunlichst vermieden werden, weil sonst die gesammte Anlage in größerer Stärke und daher mit erhöhtem Aufwande ausgeführt werden müßte.

Hat der Rechenhof eines Fangrechens, beispielsweise eines Sackrechens, nur ein mäßiges Gefälle, dann werden die ankommenden Hölzer in den Rechenhof nur langsam einschwimmen und sich lose lagern. Soll aber der Rechen ein bedeutendes Quantum von Holz fassen, dann muß ab und zu, und zwar während des Triftbetriebes, das Holz im Rechen künstlich zusammengeschoben oder zusammengepreßt werden.

Dieses Nachtreiben der Hölzer bewirkt man bekannterweise durch ein zeitweiliges Schließen bestimmter Abflußrinnen, wodurch das gesammte verfügbare Wasser in den Rechen geleitet wird, welches sodann mit seiner verstärkten Wirkung die Hölzer zusammenpreßt und nach den Rechen selbst hindrängt. Diese Pressungen stellen aber stets bedeutende Anforderungen an die Festigkeit des Rechengebäudes und dürfen selbstredend nur bis zu jenem Grade getrieben werden, der dem jeweiligen baulichen Zustande des Rechens entspricht.

Die in einem Rechenhofe zusammengepreßten Hölzer verspannen und versteifen sich gewöhnlich untereinander derart, daß der Stoß der nachkommenden Hölzer nur in einem sehr untergeordneten Maße auf die Bestandtheile des Rechengebäudes wirken wird. Bei einem stärkeren Gefälle läßt sich das Zusammentreiben der Hölzer auf ein geringeres Maß einschränken, möglicherweise ganz entbehren; es werden aber auch dann die bereits dichter gelagerten Hölzer keinen so starken Druck auf das Gebäude ausüben, wenn ab und zu ein Zusammentreiben der Hölzer sich als nothwendig zeigen sollte.

Dieser kleine Vortheil eines stärkeren Gefälles verschwindet, wenn der Druck der auf einer schiefen Ebene ruhenden Hölzer und der durch die erhöhte Wassergeschwindigkeit gesteigerte Wasserdruck auf die Rechenanlage in Rechnung gezogen wird, und es sind daher für den Bau eines Fanggebäudes Stellen mit möglichst kleinem Gefälle, welches noch überdies durch weitere bauliche Vorkehrungen, beispielsweise Stauungen, vermindert werden kann, zu wählen.

3. Die Größe der Wassermassen zur Zeit der Triftung, beziehungsweise Benützung des Fanggebäudes.

Die Höhe des Wasserstandes während der Trift ist maßgebend für die Dimensionen des Rechens, beziehungsweise für Höhe und Stärke der einzelnen Bestandtheile, und es ist daher der voraussichtliche Triftwasserstand möglichst genau zu ermitteln.

Gewöhnlich ist zur Zeit der Trift immer ein höherer Wasserstand vorhanden oder es wird ein solcher nothwendig, um die Abtriftung zu ermöglichen. Endlich muß wohl erwogen werden, ob während der Triftperiode Hochwässer eintreten können, und welche Dimensionen diese erfahrungsgemäß annehmen.

4. Die allgemeine Situation jener Triftbachstelle, wo die Anlage eines Fangrechens geplant wird.

Mit der mehr oder minder günstigen Lage jener Stelle, wohin ein Fanggebäude gestellt werden soll, steht die Kostenfrage und Standfestigkeit des geplanten Baues in innigem Zusammenhange. Kann man für die Anlage eine Krümmung des Triftbaches wählen, so zwar, daß der Stromstrich und damit der unmittelbare Druck der angesammelten Trifthölzer das natürliche Ufergelände und nicht das Rechengebäude trifft, so läßt sich das letztere dementsprechend leichter, daher billiger herstellen, oder es gewährt das Fanggebäude bei sonst gleichbleibender Anlage einen höheren Grad von Festigkeit und Sicherheit.

Von weiterer Bedeutung ist auch der Umstand, ob der Rechen an der Einmündungsstelle eines Triftbaches in einen größeren Wasserlauf oder Gebirgssee zu stehen kommt, und ob sich die Rückstauung der Wassermassen des letzteren bis in die Rechenanlage erstreckt, in welchem Falle der Druck des Wassers und Triftholzes durch den Gegendruck der Rückstauung theilweise aufgehoben wird, wodurch gleichfalls die Ausführung oder Wahl eines leichteren Baues zulässig wird.

5. Die Größe und Beschaffenheit des Rechenhofes.

Es liegt auf der Hand, daß in einem beschränkten Rechenhofe die Trifthölzer sich mehr drängen, d. h. sich dichter aufeinander lagern müssen und daher auch auf das Gebäude einen größeren Druck ausüben. Ein entsprechend großer Raum des Rechenhofes ist namentlich dann sehr erwünscht und von Vortheil, wenn die Hölzer längere Zeit im Rechenhofe verbleiben müssen, d. h. wenn der Rechen ein Sammel- oder Sackrechen ist. Jedenfalls muß im letzteren Falle der Fassungsraum dem voraussichtlich höchsten Triftquantum entsprechen, und zwar soll derselbe größer sein, als das zur Abtriftung kommende Holz an Raum beansprucht, d. h. es darf der volle Fassungsraum nur in Ausnahmsfällen in Anspruch genommen werden. Andererseits erheischt ein unverhältnißmäßig großer Rechenhof, wenngleich er die Gefährdung der Rechenanlage vermindert, doch zu bedeutende Erhaltungs- und unter Umständen auch Anlagekosten.

6. Die Beschaffenheit des angrenzenden Geländes.

Ein festes Ufergelände gestattet eine sichere Anlehnung des Fanggebäudes und schließt im Falle, als der Stromstrich, beziehungsweise der Hauptdruck gegen dasselbe gerichtet ist, die Gefahr eines Uferbruches aus, ohne daß diesem durch kostspielige bauliche Anlagen vorgebeugt werden müßte. Feste Ufer gewähren somit die Möglichkeit einer billigeren und auch dauerhafteren Anlage des Rechengebäudes.

7. Die Beschaffenheit und Lage der Ländplätze.

Können die im Rechen einlangenden Hölzer sogleich durch zweckmäßig angelegte Triftcanäle auf die seitlich gelegenen Ländplätze gewiesen und dort sofort ausgezogen und gezaint werden, dann kann die gesammte Rechenanlage, da sich niemals größere Holzmassen ansammeln, dementsprechend einfacher gehalten, d. h. mit einem geringeren Aufwande angelegt werden. Bei großen Anlagen, bedeutenden Triftholzmassen und langer Triftdauer sind gute und geräumige, dem Wasser nicht unmittelbar ausgesetzte Ländplätze von hervorragender Bedeutung, und man kann unter solchen gegebenen Verhältnissen selbst

mit primitiven Fanggebäuden, daher mit einem verhältnißmäßig geringen Kostenaufwande das Gewünschte im vollen Maße erreichen. Wir haben somit bei der Anlage eines Fanggebäudes, wenn nicht der Punkt durch bereits bestehende anderweitige Anlagen (Industriewerke ꝛc.) gegeben sein sollte, die Art, wie und wo die Trifthölzer zu bergen wären, wohl im Auge zu halten und jenen Stellen in erster Linie den Vorzug einzuräumen, wo eine zweckmäßige Anlage von entsprechend großen Ländplätzen zulässig erscheint.

8. Der eigentliche oder specielle Zweck der Rechenanlage.

Mit einem Rechen verfolgen wir mehrfache Zwecke. Derselbe hat entweder nur vorübergehend oder dauernd seiner Bestimmung zu dienen, welch' letztere wieder darin bestehen kann, die Trifthölzer zu fangen und zu sammeln oder dieselben in weitere Triftcanäle zu weisen, oder es kann endlich die Anlage lediglich nur dazu bestimmt sein, den Eintritt von Triftholz in Abzweigungen der Triftstraße zu verhüten. Von der speciellen Bestimmung des Fanggebäudes wird es abhängen, welche Constructionsform, welche Dimensionen und welcher Festigkeitsgrad in einem concreten Falle demselben gegeben werden müssen, um einerseits mit voller Beruhigung das fertige Werk seiner Bestimmung zuführen zu können, aber auch andererseits den Bauaufwand nicht zu einer ungerechtfertigten Höhe heranwachsen zu lassen.

9. Die Functionsdauer eines Rechens.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen wird mit den Frühjahrswässern getriftet und das gesammte Triftgeschäft je nach dem Verlaufe und dem Stande der Triftwässer und des zu triftenden Holzes in einem kürzeren oder längeren Zeitraume beendet. Ist die Triftdauer eine längere — mitunter kann sie selbst mehrere Monate währen — dann ist die Gefahr, vom Hochwasser überrascht zu werden, eine größere, und es muß dieser Möglichkeit schon bei der Anlage Rechnung getragen werden, während leichtere Werke genügen, wenn die Trift nur kurze Zeit andauern soll.

10. Die Stellung des Rechens gegen den Stromstrich.

Gestatten es die Verhältnisse, den Rechen derart zu stellen, daß derselbe vom Stromstriche unter einem sehr spitzigen Winkel getroffen wird, oder daß er in seiner größten Längenentwicklung parallel zum Stromstrich verläuft, dann ist derselbe in geringerem Maße dem Stoße des Wassers und des Triftholzes ausgesetzt und kann dementsprechend auch in seinen baulichen Anlagen leichter gehalten werden. Eine solide und feste Anlage ist dagegen unbedingt geboten, wenn der Rechen rechtwinkelig zur Richtung des Stromstriches gestellt werden muß, welche Stellung nur bei untergeordneten Anlagen allenfalls zulässig ist, keinesfalls aber bei Rechen von größerer Bedeutung.

11. Die Folgen eines Rechendurchbruches.

Schon bei dem Entwurfe des Bauprojectes einer Rechenanlage muß man sich vo Augen halten, welche Folgen ein Rechenbruch nach sich ziehen kann, ob im Falle eine solchen die Trifthölzer und in welchem Maße sie unwiederbringlich verloren gehen können endlich ob durch eine solche Katastrophe anderweitige Anlagen, Werke, Culturgründe od Ortschaften gefährdet werden; denn mit der voraussichtlichen Höhe des Schadens, de durch einen Rechenbruch veranlaßt würde, muß der Festigkeitsgrad oder die Standfestigkei

des Rechens möglichst in Einklang gebracht werden. Steht dagegen ein Rechen an einem Triftbache, der nach einem kurzen Lauf in einen Gebirgssee einmündet, wo also die Trifthölzer ohne Schwierigkeit zu bergen sind und von einem sonstigen Nachtheile keine Rede ist, dann kann bei der Anlage des Rechens immerhin bis an die unterste Grenze der erforderlichen Standfestigkeit gegangen werden. In einem solchen Falle wäre eine Rücksichtnahme auf außerordentliche Hochwässer in keinem so dringenden Maße geboten als dort, wo ein Bruch des Rechens während des Triftbetriebes unberechenbare Folgen nach sich ziehen kann.

12. Die Beschaffenheit des Untergrundes.

Von der Beschaffenheit des Untergrundes hängt zunächst die Art und Kostspieligkeit des Unterbaues ab, wenn der Rechen mit stabilen Rechenpfeilern hergestellt werden soll. Aber auch auf seine Construction im Allgemeinen hat die Beschaffenheit des Untergrundes einen maßgebenden Einfluß, denn in einem minder festen Grunde wird von der Anlage eines massiven Baues keine Rede sein können und man wird den Zweck mit einfachen und leichteren Fangvorrichtungen zu erreichen trachten müssen. Bei ungünstigen Bodenverhältnissen wird beispielsweise der Steinbau durch Anlage von Holzbauten oder noch einfachere Bauten ersetzt werden müssen, denn es wäre ein großer technischer Fehler, wollte man schwere Steinbauten einem unverläßlichen Untergrunde anvertrauen, dieselben können unter solchen Verhältnissen trotz hohen Aufwandes für Fundamentirung niemals entsprechen. Bei der Wahl des Anlageplatzes darf daher eine Untersuchung des Baugrundes, und zwar an möglichst vielen Stellen, nicht unterbleiben; denn eine Unterlassung derselben oder eine oberflächliche Behandlung der Erhebungen würde unvermeidlicherweise zu namhaften Ueberschreitungen des beantragten Baukostenaufwandes führen.

13. Die Verhältnisse des Eisganges.

Der Eisgang vermag an den stabilen Bestandtheilen eines Rechengebäudes nicht unerhebliche Beschädigungen anzurichten, und es können örtlich die Verhältnisse des Eisganges derartige Dimensionen annehmen, daß von der Anlage eines stabilen Fanggebäudes ganz abgesehen werden muß. Unter solchen Verhältnissen werden sich bewegliche Rechen weit vortheilhafter bewähren.

14. Die Dimensionen der Hölzer.

Die Dimensionen der Hölzer bedingen die Stellung der Verspindelung, d. h. je schwächere Hölzer getriftet werden, um so näher aneinander müssen die Spindeln gestellt werden, wodurch einerseits das Durchflußprofil verengt wird, während andererseits die Stauung und damit der Gesammtdruck auf das Rechengebäude erhöht wird. Bei einer enggestellten Verspindelung muß daher dem Rechen ein höherer Grad von Festigkeit gegeben werden.

15. Die Menge des Triftholzes.

Die Menge der durchschnittlich zur Triftung kommenden Hölzer ist für die Größe, in welcher überhaupt das Fanggebäude anzulegen ist, bestimmend, und da mit der zunehmenden Triftholzmenge auch der Druck auf den Rechen gesteigert wird, so müssen dementsprechend auch die einzelnen Bestandtheile solider, d. i. mit erhöhter Stand-

festigkeit angelegt werden. Der erforderliche Fassungsraum muß daher gegeben sein, ehe an die Ausarbeitung des Projectes geschritten werden kann.

16. Die Dauer der Anlage.

Wird aus einem bestimmten Gebiete nur durch eine kurze Reihe von Jahren Holz getriftet, d. i. handelt es sich nur um einen vorübergehenden Triftbetrieb, dann wird selbstredend das Fanggebäude in der zulässig einfachsten Construction ausgeführt werden müssen.

17. Das verfügbare Material

kann unter Verhältnissen darüber ausschlaggebend sein, ob ein Fanggebäude aus Stein, Holz oder aus einem noch einfacheren Material herzustellen ist, wenn beispielsweise das eine oder das andere Material schwer oder nur mit unverhältnißmäßig hohen Kosten zu beschaffen wäre.

18. Die Beschaffenheit des verfügbaren Materials.

Mit der abnehmenden Güte des verfügbaren Materials müssen entsprechend die Dimensionen der Anlage vergrößert werden.

19. Die verfügbaren Mittel

können unter manchen Verhältnissen zu der Wahl einer einfachen Constructionsform zwingen.

20. Die allgemeine Beschaffenheit des Triftbaches.

Die Beschaffenheit der Triftstraße übt auf den allgemeinen Gang und Verlauf des Triftgeschäftes einen maßgebenden Einfluß aus, und es erstreckt sich dieser Einfluß auch bis in die Rechenanlagen, da das Auffangen der Trifthölzer nur der Abschluß des Triftbetriebes ist. Es werden sich viele Momente, welche den Triftbetrieb beeinflussen, auch im Rechengebäude durch ein mehr oder minder schnelles und massenhaftes Eintreffen der Trifthölzer, durch größere Wassermassen, Einführung von Geschieben u. s. w. fühlbar machen können. Es muß daher auch die allgemeine Beschaffenheit des gesammten Triftgebietes, für welches die Rechenanlage bestimmt ist, in Erwägung gezogen werden, um bei dem Entwurfe des baulichen Theiles des Fanggebäudes thunlichste Berücksichtigung finden zu können. Jene Eigenschaften des Triftbaches oder seines Sammelgebietes, welche zunächst auf die Anlage eines Fanggebäudes einen Einfluß nehmen, sollen im Nachstehenden behandelt werden:

a) Die Länge des Triftbaches. Mit der Länge des Triftbaches oder mit der Größe des Triftgebietes, wenn das letztere mehrfache Verzweigungen von Wasserläufen umfaßt, steigert sich die Gefahr für den Rechen, und es muß daher der letztere dementsprechend fester und solider erbaut werden. Bekanntermeise bleiben während des Triftbetriebes auf allen Triftbächen — es wäre denn, daß sie vollständig in Parallelwerke eingeschlossen wären — Strandhölzer in einer mehr oder minder großen Ausdehnung zurück. Diese zurückbleibenden Hölzer nehmen an Menge zu, je länger und ausgedehnter das Triftgebiet ist. Tritt nun während des Betriebes der Trift eine Steigerung der Wasserstandsverhältnisse, beziehendlich ein Hochwasser ein, so können ganz bedeutende Triftholzmassen in kurzer Zeit in den Rechenhof eingeführt werden und damit Gefahren für das Fanggebäude hervorrufen, denen dieses nur bei einem genügenden Grade von Standfestigkeit entgehen wird.

b) Die Beschaffenheit oder Situation des Triftbaches. Eine ungünstige Beschaffenheit des Triftbachbettes kann in einem so hohen Grade zur Bildung von Strandholz beitragen, daß selbst bei einem verhältnißmäßig kleinen Triftgebiete die unter Punkt a geschilderten, für das Fanggebäude nachtheiligen Verhältnisse eintreten können.

c) Der Umstand, in welchem Maße und Umfange der Triftbach Geschiebe führt. Wenn der Triftbach bedeutende Geschiebemassen führt, so ist zu befürchten, daß der Rechenhof in kurzer Zeit verlandet, oder aber daß seine Brauchbarkeit durch alljährliche Opfer an namhaften Räumungskosten erkauft werden muß.

Wir werden in einem solchen Falle gleichzeitig mit der Rechenanlage geeignete Vorkehrungen am Rechen oder im Sammel- und Durchflußgebiete des Triftbaches treffen müssen, um die nachtheiligen Folgen der Geschiebeführung gleich im Vorhinein auf das thunlichst unschädliche Maß zu bringen.

d) Der Umstand, ob die Trift mit Selbstwasser oder mit Hilfe von Klauswasser betrieben wird, ist insoweit auf die bauliche Anlage des Fanggebäudes von Einfluß, als im letzteren Falle die Trifthölzer mehr partienweise, und zwar in größeren Massen in den Rechenhof gelangen, während sich bei einem Selbstwasser der Gang des Triftgeschäftes gleichmäßig entwickelt. Wenn daher die Trift mit Klauswasser betrieben wird, und wenn sich der Einfluß desselben bis in den Rechenhof erstreckt, dann muß das Fanggebäude jedenfalls eine größere Standfestigkeit erhalten.

e) Die Größe und Beschaffenheit des Sammelgebietes. Mit der zunehmenden Größe des Sammelgebietes steigert sich die Hochwassergefahr, und zwar ist die Gefahr plötzlich eintretender Hochwässer namentlich dann groß, wenn das Gebiet stark entwaldet ist.

Ein langsames Anschwellen eines Triftbaches löst successive die Strandhölzer, so daß das Einlaufen derselben in den Rechenhof sich gleichmäßig gestaltet.

Anders ist dagegen der Verlauf des Triftgeschäftes, wenn das Hochwasser plötzlich eintritt, wie dies in einem stark entwaldeten Sammelgebiete unvermeidlich ist; dann werden die Strandhölzer in größerer Masse gehoben, und es sind Stopfungen, Anstauungen und nachfolgende Durchbrüche in der Durchflußstrecke unvermeidlich. Die Hölzer treten dann mit großer Kraft und Geschwindigkeit in solchen Massen in den Rechenhof, daß der Rechen eine bedeutende Festigkeit besitzen muß, wenn er einer Katastrophe widerstehen soll.

f) Endlich kommt in Betracht, ob im Sammelgebiete Anbruchsflächen, Quellen einer Geschiebebildung vorhanden sind, und ob solche bereits verbaut wurden oder ob deren Beruhigung und Befestigung erst gleichzeitig erfolgen soll.

21. Auf die bauliche Anlage oder den constructiven Theil des Fanggebäudes nimmt noch der Umstand Einfluß, ob der Rechen in einem großen Flußlaufe errichtet werden soll, der unausgesetzt oder zu gewissen Zeiten auch der Flößerei oder der Schifffahrt zu dienen hat, und ob letztere durch die Anlage in keiner Weise beirrt oder gestört werden darf. Ist letzteres der Fall, so wird dann wohl die Anlage eines beweglichen oder schwimmenden Rechens einem stabilen Baue vorgezogen werden.

22. Schließlich können Rechts- und Eigenthumsverhältnisse gleichfalls auf die Wahl des Platzes und der Construction des Gebäudes einen maßgebenden Einfluß nehmen.

§. 243. Von der Standfestigkeit eines Fanggebäudes im Allgemeinen.

Jede Anlage, die zum Auffangen von Trifthölzern bestimmt ist, muß sowohl im Großen und Ganzen, als auch in allen ihren einzelnen Bestandtheilen der Einwirkung des Wasserstromes, sowie auch jener Kraftäußerung widerstehen, welche die vom Wasser mitgeführten Trifthölzer auf den gesammten Bau oder auf einzelne Bestandtheile desselben ausüben. Endlich gehört zur Standfestigkeit eines Fanggebäudes noch die volle Sicherheit gegen eine Unterspülung im Grundbau oder eine Hinterspülung seiner Ufermauern, beziehungsweise eine technisch richtige und solide Fundirung aller Bestandtheile des Gebäudes.

Betrachten wir zunächst nur die Wirkung des Wassers, so kann diese eine zweifache sein. Wir bezeichnen die eine Kraftäußerung des Wassers als hydraulischen Stoß, die andere als hydrostatischen Druck, und es kann je nach der Construction das Rechengebäudes die Wirkung des Wassers entweder in der einen oder anderen Richtung oder auch in beiden Richtungen zur Geltung kommen, letzteres z. B. in einem Staurechen.

Der auf das Fanggebäude wirkende Druck summirt sich aus dem Drucke des geschwellten oder fließenden Wasser und aus dem Drucke, den das mit dem Wasser anlangende Triftholz ausübt. Diese Kraftäußerungen wollen wir nunmehr einer näheren Erörterung unterziehen.

Der Einfluß des Triftholzes auf die Stauung der Wassermassen in einem Rechenhofe.

Das Wasser übt, wie bereits hervorgehoben wurde, auf die Bestandtheile eines Rechengebäudes einen bestimmten Stoß oder Druck aus. Die letztere Kraftäußerung wird in ersterer Linie von der Größe jener Bestandtheile des Rechens bedingt, welche vermöge ihrer constructiven Anlage oder ihres technischen Zweckes dem Einflusse des Wasserstromes unterliegen, d. h. es wird mit der Zunahme der gedrückten oder vom Stoße getroffenen Fläche der Gesammtdruck auf die Anlage gesteigert. Wir müssen daher, bevor wir in die Berechnung des Wasserdruckes speciell eingehen, zunächst erörtern, welchen Einfluß das Holz und die vom Wasser bespülten Bestandtheile des Rechengebäudes auf die Anstauung der Wassermassen nehmen, beziehungsweise wie der Querschnitt jenes Durchflußprofils zu ermitteln sei, welches bei der Berechnung der Wasserwirkung als Basis angenommen werden muß.

Bekanntlich verliert ein unter Wasser getauchter Körper an seinem Gewichte so viel, als das von ihm verdrängte Wasserquantum wiegt, d. h. der Auftrieb oder die Kraft, mit welcher das Wasser einen darin eingetauchten Körper emporzutreiben sucht, ist gleich dem Gewichte des verdrängten Wassers oder gleich einem Wasserquantum, welches mit dem eingetauchten Körper gleiches Volumen hat. Der Angriffspunkt der Auftriebskraft fällt mit dem Schwerpunkte des verdrängten Wassers zusammen. Diesem Auftrieb wirkt aber in entgegengesetzter Richtung das Gewicht des eingetauchten Körpers entgegen. Aus beiden Kraftäußerungen ergibt sich die Resultirende $K = G - G_1$, worin G das Gewicht des Körpers und G_1 das Gewicht der verdrängten Wassermasse bedeutet.

Ist nun das Wasser und der darin eingetauchte Körper, rücksichtlich dessen Masse von homogener Beschaffenheit, so fällt der Schwerpunkt des Körpers mit jenem des verdrängten Wassers zusammen und ist daher dieser Punkt zugleich der Angriffspunkt der Resultirenden. Betreffs der Schwere des eingetauchten Körpers sind drei Fälle möglich: das specifische Gewicht des Körpers ist entweder dem des Wassers gleich, oder es ist größer, oder es ist kleiner. Im ersten Falle besteht zwischen dem Auftriebe und dem Gewichte des Körpers der Zustand des Gleichgewichtes, während im zweiten Fall de Körper sinken, im dritten dagegen emporsteigen wird. Für die Berechnung der Kraf äußerung des Triftholzes treten zunächst die zwei letzteren Fälle in den Vordergrun und wollen wir daher auch nur diese näher in Betracht ziehen. Das Emportreiben d eingetauchten Körpers wird so lange stattfinden, bis die von der Ebene des Wasse spiegels abgeschnittene und von dem eingetauchten Körper verdrängte Wassermasse d Gewicht des aus dem Wasser emporragenden Körpertheiles erreicht.

Bekanntlich nennt man den durch die Ebene des Wasserspiegels gebildeten Körperschnitt die Schwimmebene und jene Linie, welche durch den Schwerpunkt des verdrängten Wassers und durch jenen des Körpers führt, die Schwimmachse, welch' letztere sich stets senkrecht stellen wird. Jeder schwimmende Körper wird somit durch die Ebene des Wasserspiegels derart getheilt, daß sich der eine untergetauchte Theil zum Ganzen wie das specifische Gewicht des Körpers zu dem der Flüssigkeit verhält. Wird beispielsweise das Volumen V eines schwimmenden Körpers durch die Schwimmebene in die Theile V_1 und V_2 getheilt, wovon ein Theil unter, der andere über dem Wasserspiegel sich befindet, wäre ferner das specifische Gewicht des Wassers, γ, jenes des schwimmenden Körpers γ_1, so ist

$$V_1 : V = \gamma_1 : \gamma \text{ und } V_1 = \frac{V \cdot \gamma_1}{\gamma}.$$

Nehmen wir das specifische Gewicht des lufttrockenen Holzes zu 0·6 an, jenes des Wassers mit 1·0 und das Volumen des eingetauchten Körpers mit 1 fm³, so ist $V_1 = \frac{0{\cdot}6}{1} = 0{\cdot}6$ fm³, d. h. 1 fm³ schwimmendes Holz wird 0·6 m³ Wasser verdrängen.

Auf dieses Gesetz hin können wir jenen Einfluß ermitteln, den die in einen Rechenhof eingetrifteten Hölzer auf die Stauung der Wassermassen ausüben. Bekanntlich schwimmen die Hölzer in einem Fangrechen nicht lose, sondern werden durch künstliche Mittel zusammengedrängt, um auf diese Weise den Raum des Rechenhofes möglichst auszunützen. Diese zusammengepreßten und geschobenen Massen thürmen sich empor und wird ein Theil derselben über den Wasserspiegel gehoben, der somit keinen Einfluß auf die hervorgerufene Anstauung der Wassermassen nehmen kann. Auch in diesem Falle wird der Wasserspiegel oder die Schwimmebene die im Rechenhofe angehäuften Holzmassen derart theilen, daß sich diese Antheile wie das specifische Gewicht des Holzes zu jenem des Wassers verhalten. Wäre beispielsweise der Fassungsraum des Rechens m, so wird diese Masse in die Theile $m_1 + m_2 = m$ zerlegt und sich $m : m_1 = \gamma : \gamma_1$ verhalten, woraus jener Antheil ermittelt werden kann, der unter dem Wasserspiegel liegt.

Es ist somit $m_1 = \frac{m \cdot \gamma_1}{\gamma}$; wenn das specifische Gewicht des Wassers gleich 1 gesetzt wird, so ist $m_1 = m \cdot \gamma_1$. Hätte weiters der Rechenhof einen Flächenraum von A . m² und wäre t die normale Wassertiefe, so ist jene Anstauung, welche durch die im Rechenhofe vorhandenen Holzmassen hervorgerufen wird, gleich $\frac{m \cdot \gamma_1}{A}$ und die gesammte Tiefe des geschwellten Wassers im Rechenhofe $T = \frac{m \cdot \gamma_1}{A} + t$.

Gewöhnlich ist das specifische Gewicht des Triftholzes kleiner, als das des Wassers, vergrößert sich aber durch Aufnahme von Wasser, so zwar, daß ein bekannter Bruchtheil des eingetrifteten Holzes sogleich oder nach kurzer Zeit das Vermögen des Schwimmens verliert und zu Boden sinkt; desgleichen führt jeder Bach Geschiebe oder Schlamm mit sich, der dann im Rechenhofe an den mehr ruhigen Stellen zur Ablagerung kommt. Sowohl das Eine wie das Andere verdrängt Wasser und verursacht eine Anschwellung oder Anstauung, die gleichfalls mit in Rechnung gezogen werden muß. In den meisten Fällen ist das Percent der Senkholzmassen, desgleichen auch die Größe der Geschiebeablagerung bekannt. Bezeichnen wir mit a jenen Percentantheil der gesammten Triftholzmasse, welche als Senkholz im Rechenhofe zur Ablagerung kommen dürfte, mit S die voraussichtliche Geschiebeablagerung, so ist die Gesammttiefe im Rechenhofe:

$$T = \frac{m_1 \cdot \gamma_1}{A} + \frac{m \cdot \frac{a}{100}}{A} + \frac{S}{A} + t \text{ oder}$$

$$T = \frac{1}{A}\left(m_1 \cdot \gamma_1 + m\,\frac{a}{100} + S\right) + t, \text{ und nachdem}$$

$$m_1 = m - m\,\frac{a}{100} = m\left(1 - \frac{a}{100}\right) \text{ ist, so wird}$$

$$T = \frac{1}{A}\left[m \cdot \gamma_1\left(1 - \frac{a}{100}\right) + m\,\frac{a}{100} + S\right] + t \ldots\ldots (1$$

Der Einfluß des Rechengebäudes auf die Stauung der Wassermassen in einem Rechenhofe.*

Der Einfluß des Rechengebäudes macht sich zunächst durch eine Schmälerung des Abflußprofiles geltend, wodurch eine Anstauung der Wassermassen hervorgerufen wird. Nachdem die Länge eines Rechens mit L und die vom Wasser bespülte Fläche der einzelnen Rechenbestandtheile mit F_1 angenommen wurde, so ist die durch den Rechen hervorgerufene Anstauung gleich $\frac{F_1}{L}$; nachdem ferner durch diese Anstauung neuerliche Flächen des Rechens bespült werden, d. h. nachdem sich die vom Wasser bespülte Fläche F_1 durch fortgesetzte Stauungen, die aber immer kleiner werden, vergrößert, so kann obige Formel nur als eine Näherungsformel gelten. Für genauere Berechnungen, die aber in der Praxis entbehrlich sind, müßte die Formel noch mit einem Erfahrungs-

---

* Für die weiteren Berechnungen wollen wir nachstehende Bezeichnungen festsetzen:

l ist die Breite des Triftwassers, senkrecht auf den Stromstrich gemessen, L die Länge des Rechens; wird dieser senkrecht auf den Stromstrich gestellt, so wird $l = L$;

t die normale Triftwassertiefe;

T die totale Wassertiefe, wobei der stauende Einfluß des Holzes und des Rechengebäudes mit inbegriffen ist;

t_1 Stauhöhe oder Höhe der Stauvorrichtung in einem Staurechen;

$T_1 = T + t_1$ Wassertiefe vor der Rechenanlage in einem Staurechen;

F ist die vom Wasser bespülte Fläche des Rechengebäudes, beziehungsweise das Product von T . L;

F_1 ist dagegen jener Antheil, der auf die Constructionstheile des Rechens entfällt, während

F_2 der dem Wasserabflusse gewidmete Antheil des Gesammtquerschnittes ist, somit ist $F = F_1 + F_2$;

F_3 ist die Fläche der Stauwand in einem Staurechen $= L \cdot t_1$;

Q ist der Wasserquerschnitt des freifließenden Wassers senkrecht auf den Stromstrich, daher bei normalen Verhältnissen $= l \cdot t$, bei Stauung $T \cdot l$, und wenn der Rechen senkrecht auf den Stromstrich steht, so ist $Q = F$;

γ, γ_1 und γ_2 ist das specifische Gewicht des Wassers, des schwimmenden Triftholzes und des Senkholzes, während

s, s_1 und s_2 das absolute Gewicht bedeutet, wobei das des Wassers mit 1000 kg per m^3 angenommen wird;

g die Acceleration der Schwere;

h Druckhöhe oder das totale Gefälle (Geschwindigkeitshöhe),

c Geschwindigkeit des Triftwassers vor dem Rechen;

c_1 Geschwindigkeit des Wassers an der Absperrvorrichtung des Rechens;

A wäre das Flächenausmaß des Rechens, m dasjenige Holzquantum, welches der Rechenhof zu fassen vermag, a der Percentsatz an Senkholz und daher die Masse des letzteren gleich $\frac{m \cdot a}{100}$ und jene des schwimmenden Holzes $m\left(1 - \frac{a}{100}\right)$, beziehungsweise $m = m \cdot \frac{a}{100} + m\left(1 - \frac{a}{100}\right)$, S das erfahrungsgemäß während einer Triftcampagne in den Rechenhof eingeführte Geschiebe.

coefficienten f multiplicirt werde. Es wäre dann die richtige Stauhöhe gleich $\frac{F_1}{L} . f$ und die gesammte Wassertiefe in einem holzleeren Rechen

$$T = \frac{F_1}{L} . f + t \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2$$

Der Einfluß der Rechenconstruction oder der Form des Rechens auf die Stauung der Wassermassen.

Von den verschiedenen Rechenformen müssen wir die bekannten drei Haupttypen in Anbetracht ziehen, und zwar:

a) den einfachen Abweisrechen,
b) den Fangrechen ohne Stauvorrichtung und
c) den Fangrechen mit künstlicher Stauvorrichtung.

a) Der einfache Abweisrechen.

In einem solchen haben wir es nur mit derjenigen Stauung zu thun, welche dadurch hervorgerufen wird, daß ein Theil des Durchflußprofils durch die eingebaute Fangvorrichtung — Pfeiler und Verspindelung — verloren geht. Es ist somit die Stauung, rücksichtlich die zu erwartende gesammte Wassertiefe vor dem Fanggebäude nach Formel 2

$$T = \frac{F_1}{L} . f + t.$$

In vielen Fällen ist es aber unvermeidlich, ja mitunter erwünscht, daß ein Theil der Triftlölzer vor der Verspindelung liegen bleibe, der dann selbstverständlich zur Erhöhung der Wasseranstauung beitragen wird. Unter so bewandten Verhältnissen müssen die vorgelegten Hölzer, die gleichfalls das Abflußprofil vermindern, gewissermaßen als Bestandtheile des Rechens angesehen werden. Es muß dann die bespülte Fläche des Rechens um jenes Ausmaß vergrößert werden, welches der Profileinschränkung durch die vorgelagerten Hölzer entspricht. Das Gleiche gilt auch, wenn Triftlölzer unmittelbar vor dem Rechen sinken und den unteren Theil der Verspindelung, bezüglich des Wasserabflusses verlegen sollten.

Bezeichnen wir die auf Grund von Erfahrungen angenommene Fläche, welche durch das schwimmende oder gesunkene Triftholz am Rechengebäude verlegt wird, mit F_o, so ist die Wassertiefe zunächst der Spindelstellung

$$T = \frac{F_1}{L} . f + \frac{F_o}{L} + t = \frac{1}{L} (F_1 f + F_o) + t.$$

Vorausgesetzt, daß ein entsprechend hoher Sicherheitsgrad angenommen wird, kann in der Praxis die einfachere Näherungsformel

$$T = \frac{F_1}{L} + t \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3$$

nbeschadet der Standfestigkeit der Anlage benützt werden.

b) Der Fangrechen ohne Stauvorrichtung.

In einem Fangrechen ohne Stauvorrichtung tritt neben dem Einflusse der Bestandtheile des Rechengebäudes auch jener des Triftholzes in Geltung. Wir unterscheiden

diesfalls zwei mögliche Fälle; entweder ist der Rechenhof so groß, daß ein Uebereinanderthürmen der Hölzer nicht stattfindet, oder es muß dies künstlich bewirkt werden, weil das beschränkte Ausmaß des Rechenhofes eine thunlichste Ausnützung des Raumes erheischt. Der Einfluß des Rechengebäudes ist in beiden Fällen der gleiche und nach Formel 2 zu ermitteln, während in einem geräumigen Rechenhofe die Bildung von Senkhölzern in einem verminderten Maße zu erwarten steht. Immerhin kann der Einfluß des Holzes in beiden Fällen nach der Formel 1 bemessen werden; es ist daher für die Berechnung der gesammten Wassertiefe im Rechenhofe die Näherungsformel

$$T = \frac{1}{A}\left[m \cdot \gamma_1\left(1 - \frac{a}{100}\right) + m\,\frac{a}{100} + S\right] + \frac{F_1}{L} + t \quad \ldots\ldots \text{(4}$$

anzuwenden.

c) Der Fangrechen mit Stauvorrichtung.

In einem Fangrechen, wo die Wassermassen durch künstlich hergestellte Vorkehrungen gestaut werden können, ist die gesammte Tiefe des Wassers gleich jener eines Fangrechens ohne Stauung mehr der künstlichen Stauhöhe t_1 daher nach Formel 4

$$T = \frac{1}{A}\left[m \cdot \gamma_1\left(1 - \frac{a}{100}\right) + m\,\frac{a}{100} + S\right] + t + t_1 \quad \ldots\ldots \text{(5}$$

Der Druck des Wassers.

a) Hydraulischer Stoß.

Bezeichnen wir den hydraulischen Stoß, den ein fließendes Wasser auf eine Fläche ausübt, mit P und mit Q den Querschnitt der fließenden Wassermasse senkrecht auf den Stromstrich, mit c die Geschwindigkeit, mit g die Acceleration der Schwere, mit h die Druckhöhe oder das totale Gefälle, mit w das Wasserquantum, welches per Secunde zum Stoße gelangt, und mit s das absolute Gewicht eines m^3 Wasser gleich 1000 kg, so ist nach den Gesetzen der Hydrodynamik der normale Druck gegen eine in Ruhe befindliche senkrechte Ebene

$$P = \frac{c}{g} \cdot w \cdot s = \frac{c^2}{g}\,Q \cdot s = 2\,\frac{c^2}{2g}\,Q \cdot s = 2\,Q \cdot h \cdot s \quad \ldots\ldots \text{(6}$$

d. h. der Normalstoß des Wassers gegen eine ebene Fläche — und das sind zumeist alle Bestandtheile eines Rechengebäudes — ist gleich dem Gewichte einer Wassersäule, die zur Basis den Querschnitt des Wasserlaufes und zur Höhe die zweifache Geschwindigkeitshöhe $2\,h = 2 \cdot \frac{c^2}{2g}$ hat. Bei schiefer Stellung der Rechenbestandtheile ist, wenn der Neigungswinkel, beziehungsweise der spitze Winkel, welchen letztere mit dem Wasserspiegel einschließen, mit γ bezeichnet wird,

$$P = \frac{c^2}{g} \cdot Q \cdot s \cdot \sin\gamma = 2\,h \cdot Q \cdot s \cdot \sin\gamma \quad \ldots\ldots \text{(7}$$

wird $\gamma = 90°$, dann ist $\sin\gamma = 1$ und $P = 2\,h \cdot Q \cdot s$.

b) Der hydrostatische Druck.

In einem Fangrechen mit Stauvorrichtung tritt noch der hydrostatische Druck hinzu den die angestauten Wassermassen auf die Stauwand als einen Bestandtheil des Rechengebäudes ausüben. Wir haben in einem gefüllten Staurechen die vom Stauwasser gedrück

Fläche mit F_s, die Höhe der künstlichen Stauung mit t, die Acceleration der Schwere mit g und das absolute Gewicht des Wassers mit s bezeichnet; es berechnet sich sonach der hydrostatische Druck des Wassers in nachstehender Weise: Nach dem Gesetze der Hydrodynamik ist das statische Moment M des Wasserdruckes in einem geschlossenen Raume $M = D \cdot \frac{1}{3} t$ und bei einem rechteckigen Querschnitte ist $D = F_s \cdot \frac{1}{2} t_1 \cdot s$ oder $M = F_s \cdot \frac{1}{6} \cdot s \cdot t_1^2$.

Diese Formel setzt eine Druckhöhe voraus, die nicht größer ist, als die Höhe der Stauvorrichtung. Findet jedoch, was ja stets der Fall sein wird, eine Anstauung über die Stauwand hinaus statt, so muß dem hydrostatischen Drucke, rücksichtlich der Berechnung desselben die Höhe der drückenden Wassersäule vor der Stauwand zu Grunde gelegt werden. Im gegebenen Falle ist die gesammte Wassertiefe vor der Fangvorrichtung, also vor der Stauwand $T + t_1$, daher der hydrostatische Druck oder das statische Moment des Wasserdruckes, nachdem von der gesammten Wassertiefe nur ein Antheil $T_2 = (T + t_1) f^*$ als Druckhöhe angenommen werden kann,

$$M = F_s \cdot \frac{1}{6} s \cdot T_2^2.$$

In der Praxis kann stets die gesammte Wassertiefe als Druckhöhe angenommen werden, und es ist dann

$$M = F_s \cdot \frac{1}{6} \cdot s (T + t_1)^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8$$

Einflußnahme des Triftholzes auf die Rechenanlage.

Gewöhnlich ist der Rechenhof geneigt und ruht sonach das eingetriftete Holz, wenn es trocken gelegt wird, auf einer schiefen Ebene. Diese Holzmassen werden daher mit der einen Schwercomponente gegen die Rechenbestandtheile einen berechenbaren Druck ausüben, der theilweise aufgehoben wird, wenn Wasser in den Rechenhof hinzutreten sollte. Das Wasser, wie bereits bemerkt, hebt das Holz zum Theile über die Wasseroberfläche empor; es wird der Druck, den das Gesammtgewicht des Holzes auf die Grundfläche des Rechenhofes ausübt, durch den Auftrieb oder den Gegendruck des vom Holze verdrängten Wassers aufgehoben.

Dadurch entfällt auch jeder unmittelbare Druck des Holzes auf die Rechenbestandtheile. Anders verhält sich das mit den im Wasser zu Boden gesunkenen Hölzern. Die Senkhölzer sind schwerer als das Wasser und üben mit dem Gewichtsüberschusse auf den Boden des Rechenhofes einen Druck aus. Ist der Boden oder der Rechenhof unter dem Winkel α geneigt, die Masse des Senkholzes $m \cdot \frac{a}{100}$, das Uebergewicht eines m^3 $s' = s_1 - s$, d. h. gleich dem Gewichte des Senkholzes weniger dem Gewichte des Wassers, so ist der Druck P, den das Holz auf die Absperrvorrichtung des Rechens ausübt, $P = G' \cdot m \frac{a}{100} \sin \alpha$ und mit Rücksicht auf die Reibung $P = G' \cdot m \frac{a}{100} \sin \alpha \cdot f$, worin f der Reibungscoefficient wäre.

---

* f ist ein Erfahrungscoefficient.

Dieser Druck kann in einem Rechenhofe mit beschränktem Fassungsraume noch in der Weise eine Vergrößerung erfahren, daß ein beträchtlicher Theil des Triftholzes über den Wasserspiegel emporgehoben wird, wodurch das Gewicht des über dem Wasserspiegel ruhenden Holzes größer wird, als der Auftrieb der eingetauchten Holzmassen beträgt.

Wenn wir von der letzteren Möglichkeit, die nur unter sehr ungünstigen Verhältnissen eintreten wird, absehen, so kann in der Praxis der Einfluß des Senkholzes und ein allfälliger Druck der eingeführten Geschiebe ganz unberücksichtigt bleiben, weil einerseits der Neigungswinkel eines Rechenhofes gewöhnlich sehr klein ist, die Masse des Geschiebes und Senkholzes und die Größe des Uebergewichtes verhältnißmäßig unbedeutend sind, während andererseits der Reibungswiderstand einen ansehnlichen Antheil der drückenden Schwercomponente in Anspruch nimmt. Ein weiteres Moment der Einflußnahme des Triftholzes auf die baulichen Bestandtheile eines Rechens äußert sich noch darin, daß ein Theil der Zwischenräume in der Verspindelung durch Triftholz verlegt wird. Diesem letzteren Momente muß entweder durch die Wahl eines genügend großen Sicherheitscoefficienten oder durch entsprechende Erhöhung der Fläche F_1 vorgebeugt werden.

Der Gesammtdruck mit Hinsicht auf die Rechenconstruction der Abweisrechen.

In einem Abweisrechen, wo die Hölzer längs der Auffangvorrichtung schwimmen müssen, um schließlich durch die Kraft des fließenden Wassers in einen seitlich abzweigenden Ländcanal eingewiesen zu werden, ist der Einfluß oder die stoßende Kraft, welche das Holz unmittelbar auf das Fanggebäude ausübt, eine verhältnißmäßig geringe, so zwar, daß dieselbe bei der Berechnung der Standfestigkeit außer Betracht bleiben kann, wenn nur der Rechnung ein genügend hoher Sicherheitscoefficient unterlegt wurde.

Nach der Näherungsformel 3 ist die Wassertiefe im Durchflußprofil des Baches, das letztere senkrecht auf den Stromstrich gedacht, $T = \frac{F_1}{L} + t$ und daher der zum Stoße kommende Wasserquerschnitt $Q = l \,.\, T = l\left(\frac{F_1}{L} + t\right)$. Führen wir diese Werthe in die Formel 6 ein, so ergibt sich der Normalstoß $P = \frac{c^2}{g} \,.\, Q \,.\, s = \frac{c^2 \,.\, s}{g} l\left(\frac{F_1}{L} + t\right)$ und wenn der Rechen senkrecht auf den Stromstrich steht, ist die Länge des Rechens L gleich der Länge des zum Stoße kommenden Wasserquerschnittes, d. h. $L = l$ oder $P = \frac{c^2 \,.\, s}{g}(F_1 + l \,.\, t)$.

Wäre dagegen der Abweisrechen gegen den Stromstrich schief gestellt und β jener Winkel, den der Rechen mit dem Stromstriche einschließt, dann ist $P = \frac{c^2 \,.\, s \,.\, l}{g}\left(\frac{F_1}{L} + t\right) \sin \beta$.

Die letztere Formel geht in jene 7, d. i. $P = \frac{c^2 \,.\, s \,.\, l}{g}\left(\frac{F_1}{L} + t\right) \sin \beta \,.\, \sin \gamma$, über, wenn die Rechenspindel nicht senkrecht, sondern unter dem Winkel γ schief gegen den Stromstrich gestellt sind.

Nach diesen Formeln berechnet sich sonach der Druck:

a) in einem rechtwinkelig zur Stromrichtung gestellten einfachen Abweisrechen mit senkrechter Spindelstellung:

$$P = \frac{c^2 \,.\, s}{g}(F_1 + l \,.\, t) = 2 \,.\, h \,.\, s \,(F_1 + l \,.\, t) \;.\;.\;.\;.\;.\;. \quad (9$$

mit schiefer Spindelstellung:

$$P = \frac{c^2 \cdot s}{g} (F_1 + l \cdot t) \sin \gamma = 2\,h \cdot s\,(F_1 + l \cdot t) \sin \gamma \ldots\ldots (10$$

b) bei einem Abweisrechen mit schiefer Stellung der Fangvorrichtung gegen den Stromstrich, und zwar bei senkrechter Verspindelung:

$$P = \frac{c^2 \cdot s}{g} \cdot l\,(F_1 + t) \sin \beta = 2\,h \cdot s \cdot l \left(\frac{F_1}{L} + t\right) \sin \beta \ldots\ldots (11$$

bei schiefer Verspindelung:

$$P = \frac{c^2 \cdot s}{g} \cdot l \left(\frac{F_1}{L} + t\right) \sin \beta \cdot \sin \gamma = 2 \cdot h \cdot s \cdot l \left(\frac{F_1}{L} + t\right) \sin \beta \cdot \sin \gamma \ldots\ldots (12$$

Von diesem Stoße wird aber der gesammte Querschnitt der Rechenanlage, insoweit diese vom Wasser benetzt wird, d. i. $F = T \cdot L$ getroffen. Dieser Querschnitt setzt sich aus zwei Theilen, F_1 und F_2, zusammen, und zwar ist F_1 die Fläche der unmittelbar vom Wasserstoße getroffenen Bestandtheile des Rechens und F_2 die für den Wasserabfluß offenen Flächentheile zwischen den Rechenzähnen. Der Druck auf eine Maßeinheit oder den m² Fläche der Rechenconstruction ist in kg $d = \frac{P}{F}$ oder $d \cdot f$, wobei f der in einem gegebenen Falle zu wählende Sicherheitscoefficient wäre.

Der Fangrechen ohne Stauvorrichtung.

Denken wir uns den Staurechen im trockenen, aber mit Holz im vollen Ausmaße seines Fassungsraumes gefüllten Zustande und es trete sodann das Wasser des Triftbaches mit der Geschwindigkeit c in den Rechenhof ein, so wird, den ungünstigsten Fall vorausgesetzt, das Wasser die ihm innewohnende Kraft vollständig an das im Rechenhofe gelagerte Holz abgeben. Nachdem aber der Rechenhof stets ein gewisses Gefälle besitzt, so wird das seiner Kraft beraubte Wasser, bis es an die Absperrvorrichtung des Rechengebäudes herankommt, eine neuerliche Geschwindigkeit c_1 und dementsprechend eine Stoßkraft P_1 erlangen, mittelst welcher die Bestandtheile des Rechens getroffen werden. Der Gesammtstoß summirt sich somit in einem Fangrechen ohne Stauvorrichtung aus dem Stoße des Triftwassers, wobei das Gefälle des Triftbaches und die in Formel 4 entwickelte Wassertiefe maßgebend sind, und aus jenem Stoße, den das Wasser unmittelbar auf die Rechenbestandtheile ausübt und dem die im Rechenhofe erlangte Abflußgeschwindigkeit des Wassers c_1 unterlegt werden muß. Es ist somit der Druck des Wassers in einem Fangrechen ohne Stauvorrichtung $D_1 = P + P_1$ und nachdem

$$P = \frac{c^2 \cdot s}{g} \cdot l \underbrace{\left[\frac{1}{A}\left(m \cdot \gamma\left[1 - \frac{a}{100}\right] + m\,\frac{a}{100} + s\right) + \frac{F_1}{L} + t\right]}_{T} \text{ oder}$$

$P = \frac{c^2 \cdot s}{g} \cdot l \cdot T$ und $P_1 = \frac{c_1^2 \cdot s}{g} \cdot l \cdot T$ ist, so wird $D_1 = \frac{c^2 \cdot s}{g} \cdot l \cdot T + \frac{c_1^2 \cdot s}{g} l \cdot T$

$$\text{oder } D_1 = \frac{s \cdot l \cdot T}{g} (c^2 + c_1^2).$$

Einfluß des Holzes.

Ist der Fassungsraum des Rechenhofes ein ansehnlich großer, die Neigung desselben gleichfalls bedeutend und müssen die Hölzer längere Zeit im Rechen verbleiben, so ist die

Entstehung von Senkholz eine namhafte und es muß sodann der Druck desselben auf die Bestandtheile des Rechens entsprechende Berücksichtigung finden. Es ist der Druck des Holzes

$$D_2 = m \cdot \frac{a}{100} (s_2 - s) \sin \alpha \cdot f.$$

In dieser Formel ist a das Percent des Senkholzes der gesammten Triftholzmasse und s_2 das absolute Gewicht desselben. Wäre beispielsweise der Fassungsraum des Rechens 10.000 fm^3, das Senkholz erfahrungsgemäß 10% der Triftmasse, das Gewicht derselben per fm^3 gleich 1200 kg, so ist

$$D_2 = 10000 \cdot \frac{10}{100} (1200 - 1000) \sin \alpha \cdot f = 200000 \sin \alpha \cdot f \text{ kg}.$$

Nachdem auch in einem Fangrechen einzelne Theile der Rechenanlage gegen den Stromstrich entweder senkrecht oder unter einem Winkel gestellt werden, desgleichen auch die Verspindelung senkrecht oder schief stehen kann, müssen wir auch hier die möglichen vier Fälle wie bei einem Abweisrechen in Betracht ziehen.

a) Druck in einem Fangrechen ohne Stauvorrichtung mit senkrechter Stellung gegen den Stromstrich und bei senkrechter Verspindelung:

$$D_1 = \frac{s \cdot l \cdot T}{g} (c^2 + c_1^2) \text{ oder } = 2 s \cdot l \cdot T (h + h_1) \ldots\ldots\ldots (13$$

und $D_2 = \frac{m \cdot a}{100} (s_2 - s) \sin \alpha \cdot f$ oder $D = D_1 + D_2$;

bei schiefer Verspindelung:

$$D_1 = \frac{s \cdot l \cdot T}{g} (c^2 + c_1^2) \sin \gamma = 2 s \cdot l \cdot T (h + h_1) \sin \gamma \ldots\ldots (14$$

und $D_2 = \frac{m \cdot a}{100} (s_2 - s) \sin \alpha \cdot \sin \gamma \cdot f$ oder $D = D_1 + D_2$.

b) Druck in einem Fangrechen ohne Stauvorrichtung mit schiefer Stellung gegen den Stromstrich und bei senkrechter Verspindelung:

$$D_1 = \frac{s \cdot l \cdot T}{g} (c^2 + c_1^2) \sin \beta = 2 s \cdot l \cdot T (h + h_1) \sin \beta \ldots\ldots (15$$

und $D_2 = \frac{m \cdot a}{100} (s_2 - s) \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot f$ oder $D_1 + D_2$.

bei schiefer Spindelstellung:

$$D_1 = \frac{s \cdot l \cdot T}{g} (c^2 + c_1^2) \sin \beta \cdot \sin \gamma = 2 s \cdot l \cdot T (h + h_1) \sin \beta \cdot \sin \gamma \ldots (16$$

und $D_2 = \frac{m \cdot a}{100} (s_2 - s) \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma \cdot f$ oder $D = D_1 + D_2$.

Auch in diesem Rechen wird sich der Gesammtdruck auf die vom Wasser bespülte Querschnittfläche der Rechenanlage erstrecken und wird daher ein m^2 Fläche der Rechen construction einem Drucke $\frac{D}{F} \cdot f$ zu widerstehen haben. In dieser Formel ist f d Sicherheitscoefficient, der in einem jeden gegebenen Falle nach Maßgabe der örtlich Lage des Fanggebäudes und dessen Construction entsprechend anzunehmen wäre, und das Product aus der Länge des Rechens L und der Wassertiefe T zunächst der Ve spindelung.

Der Fangrechen mit Stauvorrichtung.

Der Druck in einem Fangrechen mit Stauvorrichtung ſetzt ſich zuſammen aus dem Stoße des Triftwaſſers auf die im Rechenhofe angehäuften Holzmaſſen, aus dem hydroſtatiſchen Drucke, den das Stauwaſſer im Rechen auf die Stauvorrichtung übt, und aus dem Drucke der Senkhölzer. Denken wir uns den Rechen mit Holz und Waſſer gefüllt, ſo hat das in den Rechen einfließende Waſſer ſeine ihm innewohnende Stoßkraft bereits an das Holz abgegeben und erreicht keine neuerliche Kraft, weil es auf dem horizontalen Stauwaſſerſpiegel ruht. Es iſt ſomit c_1 oder h_1 in dieſem Falle gleich Null und das Waſſer fällt gewiſſermaßen ohne eine Kraftäußerung zwiſchen den Spindeln in das Triftbachbett ab.

Bezeichnen wir den vom Waſſer beſpülten Querſchnitt der Rechenanlagen mit F_1, die Fläche der Stauvorrichtung mit F_2, ſo iſt der Geſammtdruck unter Vorausſetzung der zuläſſigen Stellung der Abſperrvorrichtung und der Spindeln in folgender Weiſe zu ermitteln:

a) in einem Fangrechen mit Stauvorrichtung und ſenkrechter Stellung gegen den Stromſtrich bei ſenkrechter Verſpindelung:

$$D_1 = \frac{c^2 \cdot s}{g} \cdot l \left[\frac{1}{A}\left(m \cdot \gamma + m \frac{a}{100} + s\right) + t\right] \text{ oder}$$

$$\left.\begin{aligned} D_1 &= \frac{c^2}{g} \cdot s \cdot l \cdot T = 2\,h \cdot s \cdot l \cdot T \\ D_2 &= F_2 \cdot \frac{1}{6} \cdot s\,(t_1 + T)^2 * \\ D_3 &= \frac{m \cdot a}{100}\,(s_2 - s) \sin\alpha \cdot f \text{ und} \end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots (17$$

$$D = D_1 + D_2 + D_3;$$

bei ſchiefer Verſpindelung iſt:

$$D_1 = \frac{c^2}{g} \cdot s \cdot l \cdot F \cdot \sin\gamma = 2\,h \cdot s \cdot l \cdot T \cdot \sin\gamma$$

$$\left.\begin{aligned} D_2 &= \frac{1}{6} F_2\, s \cdot (t_1 + T)^2 \sin\gamma \\ D_3 &= \frac{m \cdot a}{100}\,(s_2 - s) \sin\alpha \cdot \sin\gamma \cdot f \end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots (18$$

$$D = D_1 + D_2 + D_3;$$

b) in einem Fangrechen mit Stauvorrichtung und ſchiefer Stellung gegen den Stromſtrich bei ſenkrechter Spindelſtellung:

$$\left.\begin{aligned} D_1 &= \frac{c^2}{g}\, s \cdot l \cdot T \cdot \sin\beta = 2\,h \cdot s \cdot l \cdot T \cdot \sin\beta \\ D_2 &= \frac{1}{6} F_2\, s\,(t_1 + T)^2 \sin\beta \end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots (19$$

$$D_3 = \frac{m \cdot a}{100}\,(s_2 - s) \sin\alpha \cdot \sin\beta \cdot f \text{ und } D = D_1 + D_2 + D_3;$$

---

* Wir haben die geſammte Waſſertiefe als Druckhöhe angenommen, während ſtreng genommen die zum Drucke kommende Waſſerſäule gleich $(t_1 + T) \cdot f$ wäre.

bei schiefer Stellung der Spindeln:

$$\left.\begin{aligned} D_1 &= \frac{c^2}{g} \,.\, s \,.\, l \,.\, T \sin\beta \,.\, \sin\alpha = 2\,h \,.\, s \,.\, l \,.\, T \,.\, \sin\beta \,.\, \sin\gamma \\ D_2 &= \frac{1}{6} F_s \,.\, s\,(l_1 + T)^2 \sin\beta \,.\, \sin\gamma \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (20$$

$$D_3 = \frac{m \,.\, a}{100}\,(s_2 - s) \sin\alpha \,.\, \sin\beta \,.\, \sin\gamma \,.\, f \text{ und } \mathbf{D} = D_1 + D_2 + D_3.$$

Von diesem Drucke wird der gesammte Querschnitt des Rechens derart getroffen, daß sich die Druckgröße D_1 und mitunter auch D_2 auf alle, der Druck D_3 jedoch nur auf die Stauvorrichtung bemerkbar machen wird. Der Druck per m² der Stauvorrichtung ist somit $\frac{D_3}{F_s}$ mehr jenem Drucke, der auf die übrigen Constructionstheile des Rechens $\frac{D_1 + D_2}{F + F_s}$ ausgeübt wird.*

Berechnung der Standfestigkeit einzelner Bestandtheile in einem hölzernen Fangrechen mit oder ohne Stauvorrichtung.

Die Länge l des Einflußprofils wäre 32 m, die Neigung des Rechens gegen den Stromstrich $\beta = 30°$, die gewöhnliche Wassertiefe $t = 1$ m, die Neigung im Rechenhofe $\alpha = 3°$, der Fassungsraum $m = 10.000$ fm³, die Fläche des Rechenhofes 5000 m², die Länge des Rechens 64 m, die Stellung der Spindeln senkrecht, die Stauung im Staurechen $t_1 = 2$ m; nehmen wir endlich noch an, der Rechen wäre annähernd nach Form Fig. 172 construirt und bestehe aus 15 Mittel- und 2 Landjochen, 240 Spindelstangen und nur aus einem oberen und unteren Spindelbaume; die Stauvorrichtung ferner sei ein einfacher Steinkastenbau. Als Stärke der Spindeln nehmen wir 10 cm an, als Stärke der Jochsäulen 35/42 cm, des oberen Spindelbaumes 26/36 cm, des unteren 30/40 cm, die Länge der Jochsäulen zwischen den beiden Spindelbäumen mit 6 m und die Weite der Spindelstellung mit 15 cm, dann das absolute Gewicht des Triftholzes s_1 mit 600 kg, des Senkholzes s_2 mit 1200 kg, des Wassers s mit 1000 kg per m³, die voraussichtliche Senkholzmenge a mit 10% der Gesammtmasse, die Geschwindigkeit des Triftwassers vor dem Rechen c mit 4 m und jene im Rechen c_1 mit 2 m und die Geschiebeablagerung S mit 800 m³, so lassen sich die Druckverhältnisse unter Benützung der aufgestellten Formeln annähernd berechnen.

a) Druck in einem Fangrechen nach den Formeln 15:

$$D_1 = \frac{s \,.\, l \,.\, T}{g}\,(c^2 + c_1^2) \sin\beta$$

$$D_2 = \frac{m \,.\, a}{100}\,(s_2 - s) \sin\alpha \,.\, \sin\beta^{**} \text{ und in diesen Formeln ist } \gamma = 1,\ l = 32,$$

$$g = 9{\cdot}81,$$

---

* In der Praxis dürfte es genügen, wenn man der Standfestigkeitsberechnung nur den hydrostatischen Druck mit einer Druckhöhe gleich der Spindelhöhe unterlegt und den Einfluß des hydraulischen Stoßes des Holzes ꝛc. fallen läßt. Dadurch dürfte allen möglichen Einflüssen am besten zu begegnen, beziehungsweise der entsprechende Grad von Sicherheit zu erlangen sein.

** Der größeren Sicherheit wegen lassen wir den Reibungswiderstand fallen.

$$T = \frac{1}{A}\left[m\,\gamma_1\left(1 - \frac{a}{100}\right) + m\,\frac{a}{100} + S + \frac{F_1}{L} + t\right], \text{ somit}$$

$$T = \frac{1}{5000}\left(10000 \,.\, 0{\cdot}6 \,.\, 0{\cdot}9 + 10000 \,.\, \frac{10}{100} + 800 + \frac{F_1}{64} + 1\right).$$

Die vom Wasser bespülte Fläche der Rechenanlage oder des F_1 würde sich in diesem gegebenen Falle bei einer Wassertiefe von 1 m mit 77·0 m² berechnen. Es ist somit $T = 3{\cdot}64$ m und

$$D_1 = \frac{1000 \,.\, 32 \,.\, 3{\cdot}64}{9{\cdot}81} \,.\, 20 \,.\, 0{\cdot}5 = 118736 \text{ kg und}$$

$$D_2 = 10000 \,.\, \frac{10}{100}\,(1200 - 1000) \,.\, 0{\cdot}05 \,.\, 0{\cdot}5 = 5000 \text{ kg, daher}$$

$$D = 118736 + 5000 = 123736 \text{ kg}$$

oder der Druck per m² der Rechenconstructionstheile bei Annahme einer zehnfachen Sicherheit

$$\frac{D}{F} \,.\, f = \frac{D}{L \,.\, F} \,.\, f = \frac{123736}{64 \,.\, 3{\cdot}64} \,.\, 10 = 5310 \text{ kg}.$$

b) Druck in einem Fangrechen nach Formel 19:

$$D_1 = \frac{c^2}{g} \,.\, s \,.\, l \,.\, T \sin\beta$$

$$D_2 = \frac{1}{6}\,F_2 \,.\, s\,(t_1 + T)^2 \sin\beta\,*$$

$$D_3 = \frac{m \,.\, a}{100}\,(s_2 - s) \sin\alpha \,.\, \sin\beta\,*$$

$$D_1 = \frac{42}{9{\cdot}81} \,.\, 1000 \,.\, 32 \,.\, T \sin 30 \text{ und}$$

$$T = \frac{1}{A}\left[m \,.\, \gamma_1\left(1 - \frac{a}{100}\right) + m\,\frac{a}{100} + S\right] + \frac{T}{L} + t \text{ ohne die künstliche Anstauung, daher}$$

$T_1 = 3{\cdot}64 + 2 = 5{\cdot}64$ m mit Stauung oder

$$D_1 = \frac{16}{9{\cdot}81} \,.\, 32000 \,.\, 3{\cdot}64 \,.\, 0{\cdot}5 = 94988 \text{ kg}$$

$$D_2 = \frac{1}{6} \,.\, 64 \,.\, 2 \,.\, 1000 \,.\, 5{\cdot}64^2 \,.\, 0{\cdot}5 = 339200 \text{ kg}$$

$$D_3 = \frac{10000 \,.\, 10}{100}\,(1200 - 1000) \,.\, 0{\cdot}05 \,.\, 0{\cdot}5 = 5000 \text{ kg}.$$

Setzen wir bei der Anlage der Stauvorrichtung eine dreifache, bei den übrigen Constructionstheilen des Rechens eine zehnfache Sicherheit voraus, d. i. $f_1 = 3$, $f = 10$, so ist der Druck auf einen m² der Stauwand $f\,\frac{D_2}{F_2} + f\,\frac{D_1 + D_3}{F_2}$ und jener auf die übrigen Constructionstheile $\frac{D_1 + D_2}{F + F_2}\,f$, beziehungsweise im gegebenen Beispiele 8781 kg und 2769 kg.

---

* Auch in diesem Falle sollen die Coefficienten unbeachtet bleiben.

Berechnung der erforderlichen Spindelstärke.

Die Spindeln sind 10 cm stark und haben zwischen dem oberen und unteren Spindelbaume eine Länge von 6 m. Der Druck im Falle a ist 1933 kg, im Falle b dagegen 1008 kg per Spindel, wenn der Rechnung eine Wassertiefe von 3·64 m unterlegt wird.

Da nun bekanntermeise die größte Wassergeschwindigkeit in circa einem Drittel der Wassertiefe liegt, so kann man auch diesen Punkt als den Angriffspunkt des Stoßes annehmen. Bei der berechneten Wassertiefe von rund 3·6 m liegt somit der Angriffspunkt 1·2 m unter dem Wasserspiegel oder 2·4 m ober dem unteren Spindelbaume. Bezeichnen wir den Druck oder die Reaction, welche die Spindel auf den oberen Unterstützungspunkt überträgt, mit Q_1 und jene auf den unteren mit Q_2, so ist der Gesammtdruck oder Schub $Q = Q_1 + Q_2$. Nach den Gesetzen der Mechanik verhält sich die Schubkraft Q zu der Kraftäußerung in einem der Unterstützungspunkte, beispielsweise Q_1, wie die Entfernung des Angriffspunktes vom Fußpunkte zu der Länge der Spindel oder $Q : Q_1 = n : m$, $Q\,m = Q_1\,n$.

Im gegebenen Beispiele ist Q im Falle a 1933, im Falle b 1008 kg, $n = 6$ m und $m = 2{\cdot}4$ m.

Setzen wir in die obige Gleichung für Q, n und m die Werthe ein, so ist

$$\left.\begin{aligned} Q_1 &= \frac{1933 \,.\, 2{\cdot}4}{6} = 733 \\ Q_2 &= 1933 - 773 = 1160 \end{aligned}\right\} \text{ im Falle a,}$$

$$\left.\begin{aligned} Q_1 &= \frac{1008 \,.\, 2{\cdot}4}{6} = 403 \\ Q_2 &= 1008 - 403 = 605 \end{aligned}\right\} \text{ im Falle b.}$$

Die Kraftwirkung im unteren Unterstützungspunkte äußert sich zunächst im Angriffspunkte des Stoßes; es ist $Q_2 = m = \frac{f \,.\, y}{e}$, wobei f der Coefficient der zulässigen Spannung per cm^2, y das Trägheitsmoment der Durchschnittsfläche und e die Entfernung der neutralen Achse von der am stärksten gedrückten Faser bedeutet; weiters ist auch $\frac{y}{e}$ zugleich das Widerstandsmoment w.

Aus der obigen Formel kann der Coefficient der zulässig größten Spannung per cm^2, $f = \frac{Q_2 \,.\, m}{w}$, gefunden werden, indem man das Moment der äußeren Kräfte durch das Widerstandsmoment dividirt.

Für den Querschnitt der Spindel ist, wenn d den Durchmesser derselben bedeutet, $y = \frac{\pi}{64}\,d^4$ und $e = \frac{d}{2}$, daher das Widerstandsmoment per cm^3 $w = \frac{\pi}{64} \,.\, d^4 \,.\, \frac{2}{d} = \frac{\pi}{32}\,d^3$ oder rund $w = \frac{1}{10} \,.\, d^3$ und bei $d = 10$ cm (Spindelstärke)

$$f = \frac{Q_2 \,.\, m}{\frac{1}{10} \,.\, d^3} = \frac{1160 \,.\, 2{\cdot}4}{\frac{1}{10} \,.\, 103} = 27{\cdot}8,$$

im Falle b: $f = \frac{605 \,.\, 2{\cdot}4}{100} = 14{\cdot}5.$

Da die zulässige Spannung für Eichenholz mit 65, für Fichtenholz mit 73, für Lärchenholz mit 81 kg angenommen wird, so ist in dem gegebenen Falle selbst dann, wenn man mit Rücksicht auf die ungünstigen Einflüsse, denen die Spindeln ausgesetzt sind, nur die Hälfte der oberen Spannung annimmt, die Sicherheit, welche die mit 10 cm Stärke angesetzten Spindeln bieten, eine mehr als zehnfache.

Berechnung der Stärkedimensionen des unteren Spindelbaumes.

Die Spindelhölzer oder Rechenzähne übertragen von dem auf sie einwirkenden Gesammtdrucke den Antheil Q_1 auf den unteren Spindelbaum, und da der letztere von 4 zu 4 m durch Jochsäulen gestützt wird, so ist nur der Druck der dieser Theillänge entsprechenden Spindelanzahl — im gegebenen Falle 14 Stück — in Rechnung zu ziehen, beziehungsweise es ist der Druck im Falle a: $D = 14 . 1160 = 16240$ und im Falle b: $D = 14 . 605 = 8470$ kg.

Zu diesem von den Spindeln ausgehenden Drucke ist noch der auf den Spindelbaum unmittelbar vom Wasser und Holz ausgeübte Druck hinzuzurechnen.

Die gedrückte Fläche ist $= 4 \times 0{\cdot}3 = 1{\cdot}2$ m², der Druck somit im Falle a $1{\cdot}2 \times 5310 = 6372$, beziehungsweise $1{\cdot}2 \times 2769 = 3323$ im Falle b oder der Gesammtdruck im Falle a 22.612 kg und im Falle b 11.793 kg.

Diesen Druck kann man als gleichmäßig vertheilt wirkend annehmen und lassen sich daher die erforderlichen Stärkedimensionen für den Spindelbaum aus der bekannten Formel für die Biegungsfestigkeit eines an zwei Punkten unterstützten Balkens $\frac{D . l}{8} = \frac{1}{6} b . h^2 . f$ berechnen.

In dieser Formel sind der Gesammtdruck $D = 22.612$, rücksichtlich 11.793 kg, die Länge des Spindelbaumes 400 cm, b und h Breite und Höhe des Balkens, wobei als bester Querschnitt $b = \frac{5}{7} h$ angenommen werden kann, f der Coefficient der Biegungsfestigkeit, der für weiches Holz mit 73 per cm² zu bemessen ist.

Führen wir nun diese Zahlenwerthe in die obige Formel ein, so ist $\frac{22612 . 400}{8} = \frac{1}{6} . \frac{5}{7} h^2 . 73$ und hieraus rund $h = 50$ cm und $b = 35$ cm oder beim Rechen mit Stauvorrichtung $\frac{11793 . 400}{8} = \frac{1}{6} . \frac{5}{7} h^2 . 73$, woraus sich h mit 41 cm und b mit 29 cm berechnen würde.

Die gewählten Dimensionen würden im letzteren Falle entsprechen, im ersteren dagegen keine zehnfache Sicherheit bieten.

Berechnung der Stärkedimensionen des oberen Spindelbaumes.

Der Druck auf den oberen Spindelbaum ist $14 Q_1$, daher im Falle a 10.802, im Falle b 5642 kg; einem unmittelbaren Wasserdrucke unterliegt dieser Balken nicht.

Führen wir diese Werthe in die Formel $\frac{D . l}{8} = \frac{1}{6} b . h^2 . f$ ein, so ist im Falle a: $\frac{10802 . 400}{8} = \frac{1}{6} . \frac{5}{7} h^2 . 73$, $h = 40$ cm und $b = 28$ cm; im Falle b: $h = 32$ cm und $b = 23$ cm.

Berechnung der Stärkedimensionen der Jochsäulen.

Auf die Jochsäulen äußert sich zunächst der Druck des Wassers und Holzes, der die Säule zu zerbrechen bestrebt ist, da der untere Punkt oder der Fuß der Säule im Grunde, der obere oder Kopf durch Construction in seiner Lage unverrückbar festgehalten wird, während der Druck des unteren und oberen Spindelbaumes, der gleichfalls auf die Säulen übertragen wird, durch die bereits angedeutete constructive Beschaffenheit des Joches, beziehungsweise durch hinreichend starke Streben und Lanzen als aufgehoben oder paralysirt anzusehen ist.

Im gegebenen Beispiele hat die Säule einen Querschnitt von 35/42 cm, ist ferner bis zu einer Höhe von 3·64 m dem Drucke exponirt. Es ist somit der Druck $D = 0{\cdot}35 \times 3{\cdot}64 \times 5510 = 6765$ kg im Falle a, $D = 0{\cdot}35 \times 3{\cdot}64 \times 2769 = 3528$ kg im Falle b.

Dieser Druck hat wie bei den Spindelhölzern seinen Angriffspunkt in einem Drittel der Wassertiefe und theilt sich nach Maßgabe der Abstände vom Angriffspunkte in zwei Theile Q_1 und Q_2, wovon der erstere auf den oberen Unterstützungspunkt, der letztere auf den Fußpunkt der Säule wirkt, während der Druck auf das im Boden oder in der Schwellvorrichtung befindliche Ende der Säule unberücksichtigt bleiben kann, wenn angenommen wird, daß die Säule im Grunde unverrückbar befestigt ist.

Wir können somit aus der Gleichung $Q_1 : Q_2 = m : n$ — m oder $Q : Q_1 = n : m$, $Q \cdot m = Q_1 \cdot n$, wobei m = 2·4 und n 6 m bedeutet, $Q_1 = Q \cdot \frac{m}{n} = \frac{6765 \cdot 2{\cdot}4}{6} = 2706$, beziehungsweise $3528 \cdot \frac{2{\cdot}4}{6} = 1411$ kg finden, während Q_2 im Falle a 4059 kg und im Falle b 2117 kg beträgt.

Um nun die erforderliche Stärkedimension der Säule zu finden, braucht man nur in die Formel $\frac{D \cdot l}{8} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \cdot f$ die Werthe, und zwar D = 4059, beziehungsweise 2117 kg, l = 600, f mit Rücksicht auf den größeren Einfluß der Feuchtigkeit gleich $\frac{2}{3} \cdot 73$ und $b = \frac{5}{7} h$ einzuführen und sodann die Balkenhöhe zu berechnen. Im Falle a stellt sich das Erforderniß der Säulenstärke auf 38/27 cm, im Falle b auf 30/21 cm.

Die Streben oder Lanzen.

Bei den hölzernen Rechen besteht gewöhnlich ein Joch aus zwei parallelen Jochsäulen, wovon die dem Rechenhofe zugekehrte gleichzeitig der Träger der Spindelbäume ist, während sie durch horizontale Querbänder mit der rückwärtigen Säule verbunden ist. Die rückwärtige Säule wird sodann durch eine schiefe Strebe versteift, deren Fuß im Kopfe eines Grundpfahles den erforderlichen Widerstand findet. Die Säulen werden manchmal noch überdies untereinander durch eine oder zwei sich dann kreuzende, schiefe Streben verbunden. Ist nun die Länge der Strebe größer als der 23fache Durchmesser oder bei rechteckigem Querschnitte größer als die 27fache kleinste Seite, so ist, wenn D der auf die Strebe wirkende Druck wäre, der diesem Drucke entsprechende Querschnitt der Strebe gleich $\frac{D}{f}$, wobei aber mindestens eine zehnfache Sicherheit angenommen werden muß. Der Coefficient f ist die größte mit Sicherheit zulässige Spannungsintensität, und [illegible]r beim Holze 70—73 kg per cm².

Die Stauvorrichtung.

Die Stauvorrichtung wird per m² Staufläche mit einem Drucke von 8781 kg getroffen. Diesem Drucke muß nun die Stauwand durch ihre Festigkeit oder ihr Gewicht Widerstand leisten. Denken wir uns als Stauvorrichtung einen gewöhnlichen Holzkastenbau mit Geschiebe- oder Steinfüllung und das Gewicht G des Füllmaterials mit 2000 kg per m², mit h und b die Höhe und Breite des Kastenbaues, so muß für einen laufenden Meter der Rechenanlage $\frac{h \cdot D}{G} = h \cdot b$ oder $\frac{D}{G} = b$ sein.

Setzen wir in die letztere Formel für D und G die Werthe ein, so ist $\frac{8781}{2000} = b$ = 4·39 m, d. h. dem Steinkastenbaue muß eine Breite von rund 4·4 m gegeben werden.

Schlußfolgerungen.

Die vorstehenden Berechnungen, die in gleicher Weise auf die verschiedenen Rechenconstructionen, als den Bock-, Korb- und Steinrechen, dann die beweglichen und schwimmenden Rechen, ausgedehnt werden könnten, führen uns zu dem Schlusse, daß der Wasserdruck vermindert wird:

1. mit der zunehmenden schiefen Stellung des Rechens gegen den Stromstrich,
2. mit der schiefen Stellung der Spindeln, endlich
3. je weniger der Rechen dem Wasserdrucke Angriffsflächen entgegensetzt, während wieder eine Verminderung des Druckes, der vom Triftholze aus auf das Rechengebäude ausgeübt wird, durch ein kleineres Gefälle im Rechenhofe erzielt wird.

Mit Rücksicht auf die Construction erheischen Fangrechen mit einer Schwellvorrichtung einen soliden Bau, dagegen genügen geringere Dimensionen bei den übrigen Constructionstheilen, als es bei einem Fangrechen ohne Schwellvorrichtung der Fall ist. Durch eine zweckmäßige Wahl jener Oertlichkeiten, wo ein Fanggebäude erbaut werden soll, kann die Inanspruchnahme desselben wesentlich vermindert werden, da der Gesammtdruck, den sowohl das Wasser als auch das Holz auf die Anlage ausübt, vorwiegend durch die Stellung des Gebäudes bedingt wird, während die letztere mehr oder weniger ein Ausfluß der örtlichen Verhältnisse des hiefür ausersehenen Bauplatzes ist.

Ueber die Bruchfestigkeit der einzelnen Holzbestandtheile eines Rechengebäudes.

Der Druck des Wassers und des Holzes auf ein Rechengebäude erfolgt gewöhnlich senkrecht oder unter einem schiefen Winkel auf die Längsrichtung der einzelnen Hölzer und sucht dieselben zu zerbrechen. Nachdem in der Praxis bei Rechenconstructionen den Balken vorwiegend der rechteckige oder kreisrunde Querschnitt gegeben wird, so wollen wir für letztere die für die relative oder Bruchfestigkeit entwickelten Formeln mit Rücksicht auf die Unterstützung der Balken und die Vertheilung der Last aufführen, die dann in einem concreten Fall zur Anwendung gelangen können.

In den Formeln ist D der Druck, l die Länge, h die Höhe und b die Breite des Balkens und $\frac{A}{\varphi}$ der Bruchfestigkeitscoefficient.

Für Balken mit kreisförmigem Querschnitt ist d der Durchmesser, π die Ludolf'sche Zahl.

1. Der Balken ist an einem Ende befestigt und am anderen belastet:

$$D \cdot l = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \frac{A}{\varphi} \text{ oder } D \cdot l = \frac{1}{32} \cdot \pi \cdot d^3 \frac{A}{\varphi}.$$

2. Der Balken ist an einem Ende befestigt und gleichmäßig belastet:

$$\frac{D \cdot l}{2} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \frac{A}{\varphi} \text{ oder } \frac{D \cdot l}{2} = \frac{1}{32} \cdot \pi \cdot d^3 \frac{A}{\varphi}.$$

3. Der Balken ist an beiden Enden unterstützt und die Last ruht in der Mitte.

$$\frac{D \cdot l}{4} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \frac{A}{\varphi} \text{ oder } \frac{D \cdot l}{4} = \frac{1}{32} \cdot \pi \cdot d^3 \frac{A}{\varphi}.$$

4. Der Balken ist an beiden Enden nur unterstützt und gleichmäßig belastet:

$$\frac{D \cdot l}{8} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \frac{A}{\varphi} \text{ oder } \frac{D \cdot l}{8} = \frac{1}{32} \cdot \pi \cdot d^3 \frac{A}{\varphi}.$$

5. Der Balken ist an beiden Enden befestigt (eingemauert) und gleichmäßig belastet.

$$\frac{D \cdot l}{12} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \frac{A}{\varphi} \text{ oder } \frac{D \cdot l}{12} = \frac{1}{32} \cdot \pi \cdot d^3 \frac{A}{\varphi}.$$

Werden Streben oder Säulen in der Richtung ihrer Längsachse gedrückt, so ist die Stauchungsfestigkeit D, wenn K die Druckfestigkeit des Materials, l die Länge in Centimetern und b die Seite des quadratischen Querschnittes oder d den Durchmesser bezeichnet:

$$D = \frac{k}{1 + 12\,m\left(\frac{l}{b}\right)^2} \text{ oder } D = \frac{k}{1 + 16\,m\left(\frac{l}{d}\right)^2}, \text{ worin k}$$

für Eichenholz mit 480
„ Fichtenholz „ 400
} per cm²

und für m = 0·00016 angenommen werden kann.

Von dem oben angesetzten Tragvermögen wird bei Holz in der Regel nur der zehnte Theil angenommen, um bei den thatsächlichen Ausführungen den erforderlichen Sicherheitsgrad der Construction zu erzielen. Dem Querschnitte von 400 cm² würde daher ein Tragvermögen von 16.000 kg entsprechen.

§. 244. Von den Bestandtheilen eines Rechens.

Ein jeder Rechen besteht aus drei wesentlichen Bestandtheilen, und zwar:

a) aus den Rechenpfeilern,
b) den Streckbäumen und
c) aus den Spindeln, Rechenzähnen oder den Sperrhölzern.

Die Pfeiler sind die Träger der Streckbäume und der Verspindelung und können je nach der erforderlichen Standfestigkeit aus Faschinenmaterial, Holz oder Stein hergestellt werden, während die Streckbäume der eigentlichen Verspindelung den nöthigen Halt gewähren sollen. Die Streckbäume sind gewöhnlich vierkantig behauene Balken von entsprechender Stärke, die entweder Löcher enthalten, durch welche die Spindel gesteckt werden, oder aber es kommen zwei Balken nebeneinander zu liegen, zwischen denen ein erforderlicher Raum zum Einführen der Spindeln belassen wird. Bei manchen Anlagen werden die Spindeln an die oberen Streckbäume einfach angelegt und nur durch vorgelegte Balken, die in bestimmten Entfernungen vermittelst eiserner Ringe an die Streckbäume befestigt sind, gehalten, während eine seitliche Verschiebung der Spindeln in diesem

Falle durch eingeschlagene hölzerne Rechennägel unmöglich gemacht wird. Die Holznägel werden in die vorgebohrten Löcher des Streckbaumes, und zwar an der dem Rechenhofe zugekehrten Seite zwischen je zwei Spindeln eingeschlagen.

Nach der Stellung der Spindeln und der Anzahl der Spindelreihen unterscheiden wir:

a) Rechen mit senkrechter Verspindelung,
b) Rechen mit schiefer Verspindelung,
c) Rechen mit horizontaler Verspindelung,
d) Rechen mit einfacher Verspindelung,
e) Rechen mit doppelter Verspindelung.

Die gebräuchlichsten Pfeilerconstructionen, dann die Art und Weise, wie die Streckbäume mit den Pfeilern und Spindeln verbunden werden, wollen wir bei den einzelnen Anlagen in den Kreis der Besprechung ziehen.

Bezüglich der Anzahl der Pfeiler gelten im Allgemeinen die Grundsätze, daß sie um so näher aneinander gerückt oder gestellt werden müssen:

a) wenn von der Gesammtanlage eine größere Standfestigkeit erheischt wird;
b) wenn die einzelnen Pfeiler aus einem minder festen Materiale hergestellt werden und daher verhältnißmäßig nur einen geringen Widerstand zu bieten vermögen;
c) wenn für die Streck- und Spindelbäume überhaupt ein schwaches Material verfügbar ist;
d) wenn der Rechen ein Fangrechen ist, der noch überdies ein erhebliches Quantum von Triftholz aufnehmen soll, und
e) wenn die localen Verhältnisse eine entsprechende Fundirung der Pfeiler nicht gestatten sollten.

Kommt ein Rechen in einen großen Wasserlauf zu stehen, wo gleichzeitig auch der Holztransport in gebundenem Zustand oder die Schifffahrt betrieben wird, dann müssen die Rechenpfeiler in einer den Flößen und Schiffen entsprechenden Entfernung errichtet werden. Es sind in einem solchen Falle eine geringere Anzahl, aber dafür stärker construirte Pfeiler aufzustellen und auch für eine ausreichende Festigung der Spindeln durch zwei oder drei Lagen von Stützen oder Streckbäumen vorzusorgen. Damit aber die Rechenpfeiler dem Wasserdrucke eine möglichst kleine Fläche entgegenstellen, so ist das Rechteck oder die Ellipse als Querschnitt den anderweitigen Formen vorzuziehen. Die Weite der Spindeln oder das Maß der Entfernungen, in welchen die Rechenzähne zu stellen sind, ist derart zu wählen, daß

a) die Trifthölzer zwischen den Spindeln nicht durchschlüpfen können;
b) für den Abfluß des Wassers ein möglichst großer Raum geschaffen werde; d. h. daß das Durchflußprofil in einem thunlichst geringen Maße eingeschränkt werde.

Bei einer schiefen Verspindelung können die Spindelbäume unter einer Neigung von 30—60° gestellt werden, und werden dieselben eine um so größere Widerstandsfähigkeit besitzen, je schiefer sie gestellt worden sind. Eine doppelte Verspindelung empfiehlt sich für Fangrechen dort, wo bedeutende Triftholzmassen geborgen werden sollen und ein größerer Wasserdruck zu erwarten ist.

Die Spindeln werden in der in Fig. 160 a bis e dargestellten Weise im Boden und auf den oberen Spindelbaum befestigt. Bei größerer Länge der Spindeln werden diese wie Fig. 160 F noch durch einen zweiten unteren Spindelbaum gestützt.

§. 245. Die Korbrechen*, deren Bestandtheile und die Art ihrer Herstellung.

Ein gewöhnlicher Korbrechen besteht in Rücksicht seiner Theile:

a) aus den Steinkörben oder Rechenpfeilern,
b) aus der Laufbrücke und
c) aus der Rüstung und Verspindelung des Rechens.

Die Steinkörbe sind einfache Flechtkörbe und werden aus 28—36 Stück Schwarten hergestellt, die man untereinander mit 3—4 cm starken Flechtruthen von Weiden, Haseln, Eschen, Erlen u. s. w. zu einem Korb von der Form eines abgestutzten Kegels verflicht. Diese Körbe haben je nach ihrer Stellung im Bachbette eine Höhe bis zu 5 m, einen gleichen oberen Durchmesser von circa 2·4 m, während jener der Basis von den Höhendimensionen bedingt wird, nachdem die Korbwände einen gleichbleibenden Anzug von ein Drittel bis ein Fünftel der Höhe bekommen, d. h. unter einer gleichen Neigung gestellt werden. Von größerer Standfestigkeit sind Körbe mit elliptischem Querschnitt; ein solcher Korb wird mit Rücksicht auf eine Verminderung des Wasserdruckes mit seiner Längenachse parallel zum Stromstriche gestellt.**

Gestatten es die örtlichen Verhältnisse, so werden die Körbe unmittelbar auf jenen Stellen, wo sie stehen sollen, jedoch mit der Grundfläche nach aufwärts gekehrt, geflochten, dann gestürzt und mit dem erforderlichen Schwerboden, einem oder auch zwei, versehen. Der unterste Boden wird 50—70 cm über dem Korbrande in die Wand des Korbes eingefügt und besteht aus 5—6 Stück 10—12 cm starken Lärchenstangen, die in annähernd gleichen Abständen und untereinander parallel durch das Geflechte des Korbes geschoben werden. Auf diese Stange kommen zwei sich kreuzende Lagen von Schwarten, so daß die Fugen der unteren Lage durch die aufliegende zweite Schwartenlage möglichst gedeckt werden. Der innere Raum des Korbes wird dann mit thunlichst großen Bachsteinen oder Geschiebe gefüllt. Damit endlich das in den Korb eingeworfene Füllmaterial nicht den Schwerboden beschädige, so wird dieser vor der Füllung mit einer Bettung aus Gereis (Nadelholzästen) bedeckt. Körbe, deren Höhe 3 m übersteigt, erhalten in der Mitte einen zweiten, im Uebrigen ganz gleich construirten Boden, weil sonst das Gewicht der Füllung den unteren Boden leicht eindrücken könnte.

Wenn ein derartiger Steinkorb in einem tiefen Wasser aufgestellt werden muß, so erfolgt dessen Herstellung auf dem Lande und erst die Füllung an Ort und Stelle, so zwar, daß in Folge der letzteren das gleichzeitige Versenken des Korbes bewerkstelligt wird, wobei in einem fließenden Wasser für das entsprechende Festhalten des Korbes während der Füllung Holzböcke aufzustellen sind. Die Körbe sollen oben eine gleiche Höhe

---

* „Oesterreichische Vierteljahrsschrift," VIII. Band, p. 187, Jahrgang 1858.
„Der Manzonische Triftrechen am Georgsfelsen des Cordevole und die venetianischen Steinkorbrechen überhaupt," dargestellt von Josef Wessely.

** Ein Steinkorb von 6 m Höhe, einem oberen Durchmesser von 2·4 m und einen unteren von 6·4 m faßt 87 m³ Füllsteine und bietet dem Wasser, wenn dasselbe bis zu 3 m gestaut sein sollte, eine Druckfläche von 16·2 m². Hätte nun das Durchflußprofil eine Breite von 32 m, der Rechen bei einer Neigung gegen den Stromstrich von 30° eine Länge von 64 m, so ist bei der Geschwindigkeitshöhe von 3 m der Wasserdruck

$$D = 2 \,.\, F \,.\, h \,.\, s \sin \alpha = 2\,(32 \times 3)\,3 \,.\, 1000 \,.\, 0{\cdot}5 = 288000 \text{ kg}.$$

Von diesem Drucke wird ein m² der Rechenanlage $(64 \times 3) = 192$ m² mit 1500 kg oder die Fläche eines Korbes per 16·2 m² mit 24.750 kg getroffen. Das Gewicht des gefüllten Korbes ist unter der Annahme, daß ein m³ Füllmaterial unter Wasser 1000, über Wasser 2000 kg wiegt, $25 \times 1000 + 62 \times 2000 =$ 149.000 kg. Der Korb bietet somit eine sechsfache Sicherheit.

haben und werden deshalb, mit Rücksicht auf das unvermeidliche Setzen derselben, die zu verflechtenden Schwarten 30—60 cm länger belassen, und erst nach dem vollständigen Füllen und Setzen oder Nachsinken der Körbe kann die übermäßige Länge der Korbrippen abgeschnitten werden, oder es wird nach Bedarf die Verpflechtung erhöht und die Füllung ergänzt.

Der Raum zwischen dem unteren Rande des Korbes und dem unteren Schwerboden bleibt leer und wird vom Wasser durch eingeführte Geschiebe oder Sand in kurzer Zeit ausgefüllt.

Für die Herstellung der Körbe werden behufs Aufrechthaltung der Schwarten oder Rippen 12—13 Mann, zum Einflechten 3—4, daher zusammen circa 16 Mann erfordert. Wenn zu dem Flechtwerke Eichenäste benützt werden, so bleiben die Körbe durch drei, sonst aber nur durch zwei Jahre in einem brauchbaren Zustande. Eine Erhöhung jener Körbe, die unmittelbar im Stromstriche stehen, wird oft schon nach kurzer Zeit nothwendig, weil letztere vom Wasser unterwaschen und daher nachträglich zu einem mehr oder minder starken Nachsinken veranlaßt werden. Nachdem sich bekanntermaßen jenes Faschinenmaterial, welches in den Boden versenkt ist oder beständig unter Wasser liegt, länger in einem brauchbaren Zustand erhält, so kann der untere Theil des Korbes mitunter noch benützt werden und wird dieser dann nur in den oberen Partien erneuert.

Gewöhnlich werden die Körbe in Zwischenräumen von 8—9 m aufgestellt; es beträgt daher deren mittlere Entfernung nach ihrer Achsenstellung 10—11 m.

Um das Unterspülen der Körbe zu verhindern, dürfte sich die Herstellung einer 1 m tiefen Spundwand aus Schwarten unmittelbar vor dem Steinkorbe empfehlen. Die Spundwand kann an zwei mit dem Handschlägel eingerammte Pfähle und einen vorgelegten Grundbaum geschlagen werden. Die Herstellung eines Rostes für die Steinkörbe wäre mit Rücksicht auf die kurze Dauer der Anlage nicht am Platze und daher kaum gerechtfertigt.

Die Laufbrücke (Fig. 161 A und B),

zur Herstellung der Rüstung und Verspindelung dienend, ermöglicht auch die unterschiedlichen Rechenarbeiten und allfällige Reparaturherstellungen. Die Laufbrücke besteht aus zwei 18 cm starken, zweiseitig behauenen Balken a, die nebeneinander in einer lichten Entfernung von 1 m, und zwar parallel zur Richtung des Rechens auf die Köpfe der Steinkörbe gelegt werden. Auf diesen zwei Trägern ruhen in Abständen von 50—60 cm 3·2 m lange Querhölzer b (Schwartenabschnitte), welche sodann parallel zu den Trägern mit vier schmalen 20 mm starken Brettern c belegt werden, die speciell als eigentliche Gehbahn zu dienen haben. Um ein allfälliges Verschieben der Laufbretter zu verhüten, werden diese an den Uebergreifungsstellen und in ihrer Mitte durch ein quergelegtes Schwartenstück d zusammmengehalten, welches mit einem der darunter liegenden Querhölzer durch Bindwieden fest verbunden wird.

Die Rüstung des Rechens.

Die Rüstung (Fig. 161 C) besteht aus einer Anzahl von 5—6 m langen, 20 bis 25 cm starken, behauenen Widerlagshölzern a, wovon das oberste der Spindelbaum ist, aus den Spindeln b und aus einem Schwimmer. Das unterste Widerlagsholz soll im Niveau des gewöhnlichen Wasserstandes, das höchste dagegen 30—40 cm unter der Laufbrücke liegen. Je nach der Höhe der Körbe müssen 1—3 Widerlagsbalken angewendet werden.

Die Spindeln werden entweder aus gespaltenen 8—10 cm starken Stangen oder aus 6—8 cm starken Rundholzstücken hergestellt und sowohl an die Widerlagshölzer als auch an den Spindelbaum in Entfernungen von 90 cm mit Wieden aus Weidenruthen oder gebähten Fichtenästen befestigt. In Oertlichkeiten, wo kein starker Andrang des Wassers und daher auch kein heftiges Stoßen der Trifthölzer zu befürchten ist, kann der Spindelbaum ganz entfallen; es genügt, wenn man die Spindeln dann in Entfernungen von 100—125 cm anbringt. Desgleichen werden auch die Widerlagsbalken und der Spindelbaum mit der Verflechtung der Steinkörbe durch entsprechend lange und starke Wieden verbunden und befestigt.

Zwischen zwei Steinkörben bilden die Widerlagshölzer, der Spindelbaum und die Spindeln einen selbstständigen Rahmen und stehen die einzelnen Rahmen oder Felder untereinander in keiner Verbindung. Damit aber die ankommenden Trifthölzer nicht unmittelbar auf den Rechenrahmen treffen, sondern längs desselben zum Holzeinlaßcanale hinabschwimmen, werden vor der Verspindelung Schwimmer angebracht; es sind das 13—16 cm starke und 7 m lange Stangen, welche der Rechenwand doppelt vorliegen und auf dem Wasser schwimmen.

Diese Schwimmer leiten nicht allein das Holz nach der Mündung des Holzeinlaßcanales, sondern mildern auch den nachtheiligen Stoß der Trifthölzer auf die Rechenanlage und sind mittelst langer Wieden an das Korbgeflecht und an die Widerlagsbalken, beziehungsweise die Spindelkreuzungen gebunden, so zwar, daß sie mit dem Wasserspiegel unbehindert fallen oder steigen können. An sehr seichten Stellen, wo voraussichtlich die Trifthölzer nicht bis an den Rechen gelangen oder zum mindesten keinen Stoß auf diesen ausüben werden, entfällt die Rüstung ganz und wird der Zwischenraum innerhalb der Steinkörbe mit einfachen Schwimmern geschlossen, die untereinander mit Wieden befestigt sind.

Die Rüst- und Laufbrückenhölzer werden nach einer jeden abgeschlossenen Trift abgebrochen, entfernt und in einer eigenen Vorrathshütte aufbewahrt. Auf diese Art kann die Tauglichkeit und Verwendbarkeit dieser Rechenbestandtheile bis auf 16 Jahre gesteigert werden.

§. 246. Die Vor- und Nachtheile der Korbrechen und die Angabe der Verhältnisse, unter denen sich deren Anlage empfiehlt.

Die Vortheile der Korbrechen können wir in nachstehenden Punkten zusammenfassen:

1. Sind die Herstellungs- und Erhaltungskosten im Vergleich zu den stabilen Anlagen sehr mäßig.

2. Bietet die Anlage und Herstellung von Korbrechen keine technischen Schwierigkeiten, indem das hiefür erforderliche Material leicht zu beschaffen und die Ausführung durch die einfache Schwemmmannschaft möglich ist.

3. Erfordert die Herstellung derartiger Rechen keinen großen Zeitaufwand und keine besonderen Vorarbeiten oder sonstigen Vorkehrungen.

4. Können vorgefallene Beschädigungen schnell und ohne Schwierigkeiten behoben werden und sind daher keine namhaften Betriebsunterbrechungen zu befürchten.

5. Erreichen die Hochwasserschäden keine besondere Höhe, nachdem ohnedies die gesammte Anlage keinen nennenswerthen Aufwand erheischt.

6. Gestattet diese Anlage, daß nebst der Entfernung der gesammten Rüstung und der Laufbrücke nach Erforderniß auch einzelne Körbe im Stromstrich aufgelöst, beziehungsweise abgetragen werden können, wodurch der Wasserabfluß im Bachbett nicht behindert oder das Durchflußprofil nicht verengt wird.

Dem gegenüber können wir als Nachtheile der Korbrechen bezeichnen:

1. ihre geringe Standfestigkeit,

2. die kurze Dauer ihrer Verwendbarkeit und

3. den Umstand, daß die starken Dimensionen der Steinkörbe dem Wasser bedeutende Flächen entgegen stellen, wodurch Stauungen verursacht werden, die bei hohem Wasserstande nicht allein der gesammten Anlage gefährlich werden müssen, sondern auch Gefährdungen der angrenzenden Culturgründe nach sich ziehen können.

Mit Rücksicht auf ihre Dauer und bauliche Anlage lassen sich die Korbrechen unter folgenden speciellen Verhältnissen empfehlen:

1. in Oertlichkeiten, wo mit Rücksicht auf die locale Grundbeschaffenheit für ein anderweitiges Werk die erforderliche Standfestigkeit nicht oder nur mit unverhältnißmäßig hohen Kosten zu erzielen ist;

2. an Triftbächen, wo ein Abgang von Muhrgängen nicht im Bereiche der Unmöglichkeit liegt, welcher Eventualität selbst solid ausgeführte Anlagen zum Opfer fallen könnten, während dies bei den minderwerthigen Korbrechen belanglos ist;

3. wenn es sich um eine vorübergehende Anlage, d. i. um die Herstellung eines Fanggebäudes für einige Jahre handeln sollte;

4. dort, wo es die Oertlichkeiten gestatten, dem Rechen eine möglichst lange Entwicklung zu geben, so daß derselbe nahezu parallel zum Stromstriche gestellt werden kann;

5. dort, wo das erforderliche Flechtmaterial in brauchbarer Art und genügender Menge vorhanden ist;

6. im Falle als die verfügbaren Mittel eine solide Anlage nicht gestatten sollten;

7. an einem Triftbache, wo bei einem Rechendurchbruche nicht der vollständige Verlust der Trifthölzer zu befürchten ist;

8. im Falle als nur kleine Quantitäten von Holz zur Abtriftung gelangen sollten und sonach unter solchen Verhältnissen der Korbrechen am billigsten herzustellen wäre, endlich

9. sind Korbrechen nur als Abweisrechen verwendbar.

§. 247. Der Aufwand für die Herstellung, die Erhaltung und Abrüstung der Korbrechen. *

Die Herstellung eines Steinkorbes erfordert einen Arbeitsaufwand, und zwar bei einem

	kleinen	mittleren	großen
	Steinkorb in Tagschichten		
das Erzeugen und Zusammentragen von 200—800 Stück 4—6 m langen Flechtruthen	0·75	1·5	3·0
das Einflechten des Korbes	2·00	4·0	8·0
das Aufstellen des Korbes und das Einfügen des Bodens	3·00	7·0	14·0
die Füllung des Korbes und die Herstellung der Laufbrücke zwischen zwei Körben	4·00	8·0	15·0
zusammen	9·75	20·5	40·0

Das Materialerforderniß für ein 4 m langes Stück der Laufbrücke stellt sich auf:

4 Stück 4 m lange und 20 mm starke Bretter,
2 „ 4 „ „ „ 18 cm „ behauene Balken,
10—11 Stück 3·2 m lange Schwarten,
6 Stück Bindwieden.

Die Herstellung der Rüstung oder Verspindelung erfordert per Feld einen Arbeitsaufwand, und zwar für ein Feld zwischen zwei

* Nach Angaben von Wessely.

	kleinen	mittleren	großen
		Steinkörben in Tagschichten	
das Uebertragen der Hölzer aus den Vorrathschoppen nach den einzelnen Baustellen	1·00	2·0	3·0
die eigentliche Rüstarbeit, das Legen und Befestigen der Widerlagshölzer, des Spindelbaumes, der Spindeln und des Schwimmers	3·00	4·0	6·0
zusammen . .	4·00	6·0	9·0
Materialerforderniß:		Stücke per Feld	
Widerlagsbalken und Spindelbäume, 5—6 m lang, 20 bis 25 cm stark	2	3	4
Spindelstangen, 1·9—3·8 m lang und 8—10 cm stark (oder 10 Stück gespaltene Spindeln)	5	5	5
Schwimmer, 7 m lang, 13—16 cm stark	2½	2½	2½
Bindwieden	75	100	130

§. 248. Der Bockrechen mit Holz als Beschwerungsmittel, dessen Bau und Betrieb.*

In ihrer Wesenheit bestehen die unterschiedlichen Bockrechen aus einer größeren Anzahl von Böcken, die theils durch Beschwerungsmittel, theils durch gegenseitige Verbindung derart gefestigt werden, daß sie sowohl dem Drucke des Wassers, als auch jenem der anlangenden Hölzer genügenden Widerstand entgegenzusetzen vermögen. Die Bestandtheile eines gewöhnlichen Bockrechens sind:

a) die Holzböcke,
b) die Verspindelung,
c) die Belastung,
d) der Schwimmer und
e) der Holzeinlaßcanal mit der entsprechenden Vorkehrung zum Einlassen des Holzes und zu einer allenfalls nothwendigen Absperrung.

Die Rechen- oder Holzböcke.

Dieselben werden aus drei Lärchenstangen, deren Stärke am dünnen Ort 16 bis 21 cm betragen soll, derart zusammengefügt, daß sie die Form einer Pyramide erhalten, wobei der Winkel der gleichschenkeligen Dreiecke an ihrer oberen Spitze 50° betragen soll. Die Länge der Füße** hängt einerseits von der Wassertiefe, andererseits von der Bedingung ab, wie hoch die Böcke den Triftwasserstand überragen sollen. Am Kopfe werden die drei Bockfüße etwas abgeplattet, durchlocht und mittelst eines eisernen Bolzens, der an der einen Seite mit einem Vorstecknagel gefestigt wird, zusammengehalten. Die Böcke werden am Lande zusammengefügt. Um deren Füße in der entsprechenden Lage zu erhalten, werden dieselben in einer Höhe von 1·2 m über dem Boden durch die

* „Die beweglichen Triftrechen, insbesondere die Korbrechen in den italienischen Alpen Oesterreichs," dargestellt von General-Domäneninspector Josef Wessely. Supplement zur „Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung", 1862, I. Heft.

** Bei dem Bockrechen zu Vall' Imperina schwankt die Länge der Füße zwischen 5·4—12·6 m.

Querhölzer a (Fig. 162) untereinander verbunden. Diese Querspangen erleichtern auch das Uebertragen der Böcke auf ihre Standplätze. Da die Böcke nach Beendigung der Trift entfernt werden, so ist es zweckmäßig, die Punkte, worauf die Füße derselben zu stehen kommen, in einer dauernden Weise zu bezeichnen, weil hiedurch die jedesmalige Aufstellung des Rechens wesentlich erleichtert und beschleunigt wird.

In jenen Strecken der Aufstellungslinie der Holzböcke, wo die Trifthölzer nicht bis an den Rechen herabkommen können und dieser sonach keinem Stoße ausgesetzt ist, genügt es, die Holzböcke in einer einfachen Reihe aufzustellen, während in den übrigen Theilen die Böcke in der in Fig. 162 ersichtlichen Doppelreihe errichtet werden müssen. Die vordere Bockreihe wird derart gestellt, daß zwei Füße eines jeden Bockes die Wasserwand bilden, welche wieder durch einen Fuß der rückwärtigen Bockreihe ergänzt wird, während die beiden anderen Füße der zweiten Reihe gewissermaßen die Rückwand des Rechens vorstellen sollen. Bei der Aufstellung sind gleichzeitig die Füße derart gekreuzt zu stellen, daß sich je zwei Beine der vorderen Böcke an das vorgeschobene Bein der rückwärtigen Böcke anlehnen können, wodurch die Standfestigkeit der Böcke gegen die schiebende Kraft des Wassers wesentlich erhöht wird.

Sind die einzelnen Böcke auf die Aufstellungsplätze übertragen und möglichst fest aufgestellt, wobei ein theilweises Zurichten des Grundes von großem Vortheile sein kann, so werden die Träger des Beschwerungsmaterials, die drei Brustbänder b, an die einzelnen Böcke befestigt, beziehungsweise angenagelt. Nachdem aber der Raum innerhalb eines Bockes nach oben rasch abnimmt, so sollen die Brustbänder möglichst tief gestellt werden, damit

a) eine genügende Anzahl von Schwerhölzern auf die Brustbänder gelegt werden kann;
b) die Arbeiter sich auf den Schwerhölzern unbehindert hin- und herbewegen können, um einerseits die Arbeiten bei der Rechenaufstellung, andererseits während des Triftbetriebes zu bewerkstelligen, und
c) der Schwerpunkt der Belastung nicht zu hoch hinauf verlegt werde, weil bei der unvermeidlichen Unterspülung des einen oder des anderen Fußes die Böcke schiefe Stellungen annehmen und sodann leicht umstürzen würden.

Die Grenze der Tiefe, in welcher allenfalls die Brustbänder anzubringen sind, ist übrigens wenigstens annähernd gegeben, denn das Schwermaterial muß höher als der gewöhnliche Hochflutspiegel während des Triftbetriebes liegen. Es ist daher die genaue Kenntniß des Wasserstandes unter den gewöhnlichen Triftverhältnissen einschließlich der durch den Rechen verursachten Wasserstauung von hoher Wichtigkeit, weil ein Ueberfluten oder Emporheben der Schwerhölzer ein Auseinandergehen und Zerstören des Rechens nach sich ziehen würde. Zu Brust- oder Lastbändern entsprechen Stangenabschnitte von 13—16 cm Stärke, die an zwei Seiten der Böcke mit Holznägeln zu befestigen sind, während an der Wasserwandseite ein Brustband entbehrlich ist; dagegen können die zwei Querhölzer durch unterhalb angenagelte Klötzchen noch weiters unterstützt und gefestigt werden.

Die Verspindelung des Rechens.

Zunächst werden an die Füße der Böcke, welche die Wasserwand bilden, zwei Querstangen* (Spindelstangen) derart befestigt, daß die eine im Niveau des gewöhnlichen

* Anstatt der Spindelstangen lassen sich mit großem Vortheile, und zwar in Hinsicht einer größeren Standfestigkeit der gesammten Anlage Drahtseile verwenden.
Die Spindeln werden an das Drahtseil und das letztere an die Holzböcke mittelst Wieden befestigt.
Die Spannung des Seiles erfolgt durch die in Fig. 203 abgebildete Vorrichtung, während das Seil an dem einen Ufer an fest eingerammten Piloten (Pfählen) befestigt ist.

Wasserspiegels, die zweite circa 30 cm unterhalb der Brustbänder zu liegen kommt. Die Spindelstangen haben eine beliebige Länge, am dünnen Ort eine Stärke von 10—16 cm und werden an die Bockfüße der Wasserwand angenagelt. Um aber durch die Spindelbäume keine übermäßige und nachtheilige Anstauung zu verursachen, so werden dieselben an ihrem dicken Ende behauen.

Die eigentlichen Spindeln haben am dünnen Ort einen Durchmesser von 5—8 cm, werden aus Lärchenholz auf die erforderliche Länge ausgeschnitten und an den oberen Spindelbaum derart schief gegen den Wasserlauf befestigt, daß sich fünf derselben übergreifen, d. h. die vom Befestigungspunkte gefällte senkrechte Linie trifft den Fußpunkt der fünften Spindel. Eine weitere Befestigung der doppelt schief gestellten Spindeln ist entbehrlich, nachdem die letzteren theils durch die Gewalt der Wasserströmung, theils durch den Wasserdruck sowohl an die Spindelbäume, als auch auf den Boden genügend fest angepreßt werden.

Die Stellung der Spindeln parallel zur schiefen Wasserwandfläche und unter einem spitzen Winkel gegen die Bodenfläche, beziehungsweise die doppelte schiefe Stellung der Spindeln gewährt den Vortheil, daß

a) die Spindeln in Entfernungen von 50—50 cm gestellt werden können, ohne daß ein Durchrinnen der Triftlhölzer deshalb zu befürchten ist;
b) der Druck des Wassers und der Stoß der ankommenden Triftlhölzer auf die gesammte Rechenanlage vermindert wird;
c) die Wasserstauung einen mehr seitlichen Abzug erhält, wodurch die heranschwimmenden Hölzer nach der Richtung der Einlaßöffnung des Schwemmcanales gewiesen oder zum mindesten gezwungen werden, sich quer vor die Spindelbäume zu legen, und endlich
d) durch Stellung der Spindeln in größeren Entfernungen auch der Bauaufwand vermindert und die Beschränkung des Durchflußprofils, beziehungsweise die Wasserstauung auf das äußerste Maß herabgesetzt wird.

Die Rechenbelastung.

Erst die Belastung gewährt dem Rechen die erforderliche Standfestigkeit und muß daher nach Maßgabe des Wasserdruckes *, der sich in den einzelnen Theilstrecken des Rechens verschieden äußern kann, bemessen und zur Anwendung gebracht werden. Als Schwermaterial dienen bei dieser Rechenconstruction lange Stammabschnitte, welche durch die Böcke gezogen und auf die Brustbänder aufgelegt werden, wobei einzelne Stämme zur Erzielung einer besseren Verspannung und Festigung des Rechens zwischen den sich kreuzenden Beinen der Böcke hindurch zu ziehen sind. Mit Rücksicht auf die Ungleichheit des Wasserdruckes wird die Rechenpartie im Stromstriche die stärkste Belastung, allenfalls 7—9 Stämme, erhalten müssen, während für den übrigen Theil eine Beschwerung mittelst 3—5 Stämmen genügen dürfte.

Die Schwerbäume dienen der Mannschaft gleichzeitig als Laufbrücke und können hiezu selbstverständlich geringe Ausschußhölzer verwendet werden, von denen der besseren

---

* Nehmen wir an, daß von den im Mittel 25 cm starken Bockfüßen 3 m in's Wasser zu stehen kommen, so beträgt die unter das Wasser getauchte Holzmasse 0·44 fm³ und das Gewicht derselben (lufttrockenes Fichtenholz) 209 kg, während die verdrängte Wassermasse 440 kg wiegt. Das untergetauchte Holz wird daher mit einer Kraft von 231 kg emporgetrieben, welcher Kraft einerseits das Gewicht der über dem Wasser liegenden Theile des Bockes, andererseits jenes der Belastung entgegenwirken muß. Nachdem aber die Böcke in's fließende Wasser gestellt werden, so ist noch weiters nach §. 243 die Wirkung des Wasserdruckes zu berechnen und die Belastung so weit zu erhöhen, daß die Böcke auch dem letzteren Einfluß Widerstand zu leisten vermögen.

Hantirung wegen der Wurzelanlauf abgehauen wird, falls es nicht etwa vorgezogen werden sollte, das Stammende mit dem Wurzelanlauf vom Stamme vollständig zu entfernen, beziehungsweise abzuschneiden.

Die Schwimmer.

Zum Schutze der Rechenanlage werden, wie bei dem Korbrechen, vor die Spindelreihe Stangenabschnitte von beliebiger Länge und einer Stärke von 8—11 cm am dünnen Ort vorgelegt.

Diese Schwimmer sind untereinander mittelst kurzer Ketten* verbunden oder schief abgeschnitten und genagelt. Nachdem diese Schwimmer mit dem Wasserspiegel steigen und fallen sollen, so dürfen sie nicht etwa an die Bestandtheile des Rechens befestigt werden; überdies empfiehlt es sich auch, zur weiteren Sicherheit die zuerst heranschwimmenden Trifthölzer quer vor die Schwimmer, und zwar an diese anzulegen und dort bis zur Beendigung des Triftgeschäftes zu belassen; größere Ansammlungen von Trifthölzern vor dem Rechen sind möglichst zu vermeiden, beziehungsweise zu verhüten. Sowohl die Schwimmer als auch die vorgelegten Schwimmhölzer sollen einerseits den Stoß der anlangenden Hölzer vermindern, andererseits auch ein Durchschlüpfen derselben zwischen der Spindelung verhindern.

Der Betrieb.

Bezüglich des Betriebes gelten folgende Grundregeln:

1. Nach der jedesmaligen Beendigung einer Trift ist der Rechen vollständig aufzulösen und dessen Bestandtheile in geeigneter Weise bis zur Wiederaufstellung aufzubewahren. Dadurch wird die Dauerhaftigkeit der Rechenbestandtheile erhöht und die Gefahr eines Rechenbruches vermindert, da der Rechen doch nur eine kurze Zeit aufgestellt bleibt.

2. Während der Trift muß sorgfältig jede Anhäufung von Triftholz vor der Spindellage möglichst hintangehalten werden, und sind nur die erstankommenden Hölzer als Abweiser, jedoch auch nur in beschränkter Menge, vor dem Rechengebäude zu belassen.

3. Sowohl bei der Nachtrift, als auch wenn der Eintritt eines Hochwassers zu gewärtigen wäre, muß der Rechen bei Tag und Nacht durch eine genügende Arbeitermannschaft bewacht werden, um bei dem Anlangen größerer Holzmassen alsogleich die geeigneten Maßnahmen treffen zu können.

4. Kurz- und Langholztrift sollen, wenn möglich, getrennt werden, und empfiehlt es sich, mit der letzteren erst nach beendeter Kurzholztrift zu beginnen, vorausgesetzt, daß dies die Triftwasserverhältnisse zulassen.

5. Der Einlaß- und der Ländcanal sind vom Holze möglichst freizuhalten, damit dieses nicht Stopfungen oder Rückstauungen verursache, wodurch die Sicherheit der Rechenanlage gefährdet würde.

§. 249. Der Aufwand für die Herstellung und Erhaltung, dann Abrüstung der Bockrechen mit Holzbeschwerung.

Arbeitserforderniß.

Der Bockrechen zu Vall' Imperina hat nach den Angaben Wessely's eine Länge von 97 m und besteht aus 39 dreibeinigen Holzböcken, wovon 22 die Wasser- und 17 die Rückwand bilden. Von den Böcken der Wasserwand stehen 18 im Stromstriche und werden durch die 17 der Rückwand verstärkt.

---

* Die Verbindung wird am zweckmäßigsten wie bei den Bogenbäumen (Fig. 204) hergestellt, welche zum Ueberrahmen der Hölzer auf stehenden Gewässern Anwendung finden.

	Zimmermanns-Tagschichten	Handlanger-Tagschichten
Die Herstellung eines Bockes erfordert 1·0 Zimmermannstagschicht und 1·5 Handlangertagschichten, daher der Gesammtaufwand für 39 Böcke	39·0	58·5
Das Uebertragen der Böcke vom Ufer nach den Aufstellungsplätzen, einschließlich des Aufstellens, erfordert 18 bis 25 Mann durch die Dauer von 2—2¾ Tagschichten * oder 50—68 Tagschichten, im Mittel	—	59·0
Das Anlegen und Befestigen der Brust- oder Lastbänder erheischt per Bock 1/7 Zimmermannstagschicht und 1/5 Handlangertagschicht, daher zusammen	5·6	7·8
Die Verspindelung und das Anlegen der Schwimmer erfordert	3·5	4·5
Die Herstellung der Belastung erfordert	—	30·0
zusammen	48·1	159·8

Es berechnet sich somit für den laufenden Meter Rechenanlage ein Aufwand an

	Zimmermanns-Tagschichten	Handlanger-Tagschichten
Herstellen der Böcke	0·402	0·603
Uebertragen und Aufstellen derselben	—	0·608
Aufziehen und Festigen der Brustbänder	0·057	0·080
Verspindelung	0·036	0·046
Herstellung der Belastung	—	0·309
zusammen	0·495	1·646
	2·140	

oder rund 2 Tagschichten.

Materialerforderniß für den gesammten Rechen.

147	Stück Rundhölzer, 6·3 m lang, im Mittel 20—22 cm stark, zu den Beinen der Böcke	11·70 m³
117	„ Rundhölzer, 4·1—5·4 m lang, im Mittel 16—18 cm stark, für die Bockbänder	11·70 „
78	Rundhölzer für Brustbänder, 2·8—4·4 m lang und 13—16 cm im Mittel stark	4·70 „
9	obere Spindelbäume, 11·4 m lang und 20 cm stark	3·24 „
9	untere „ wie vorstehend	3·24 „
200	Spindeln in einer Durchschnittslänge von 5—6 m und einer mittleren Stärke von 10—14 cm	12·00 „
9	Schwimmer, 9·5 m lang und 15 cm stark	1·53 „
61	Belastungshölzer, 12—13 m lang und 19—24 cm stark	22·57 „
	zusammen	70·68 m³

* Bei ungünstigem Wasserstande kann sich der Aufwand für das Einstellen eines Bockes bis auf 3 und selbst 4 Tagschichten steigern.

Eisenzeug:

39 Stück Eisendorne à 3 kg,
380 Nägel für die Bänder (Holz- oder Eisennägel),
36 „ „ „ Spindelbäume (Holz- oder Eisennägel),
9 „ „ „ Schwimmer (Holz- oder Eisennägel),
200 Stück Spindelnägel (oder Bindwieden).

Für einen Längenmeter Anlage berechnet sich daher ein Materialerforderniß von 0·718 m rohes Holz,
0·40 Stück Eisenbolzen,
4·38 „ große Holz- oder Eisennägel,
2·06 „ kleine Holz- oder Eisennägel oder Bindwieden.

Das Abrüsten des Rechens erfordert per laufenden Meter 0·824 Tagschicht, und das neuerliche Wiederaufstellen, wobei die Herstellung der Böcke und das Befestigen der Brustbäume entfällt, 1·0 Tagschicht.

Die Benützungsdauer kann im Mittel für die Hölzer des eigentlichen Rechens auf 15 Jahre, für jene der Belastung auf 25 Jahre und des Eisenzeuges auf 15 Jahre veranschlagt werden.

§. 250. Bockrechen mit Stein als Beschwerungsmittel.

Diese Art von Rechen (Fig. 163) unterscheidet sich zunächst von jener, bei welchen Holz als Beschwerungsmittel verwendet wird, darin, daß

1. sie in ihrer Anlage kleiner und leichter, daher in den gesammten Dimensionen schwächer gehalten ist;
2. auf die Brustbänder je nach der Art des Schwermaterials — Steine oder Geschiebe — ein Ueberlang aus Stangen oder Schwarten gelegt wird;
3. die Köpfe der drei Bockbeine mittelst eines einfachen Dornes aus Hartholz zusammengehalten und anstatt der Eisen- nur Holznägel angewendet werden, und endlich
4. die Spindeln nur mit Wieden an die Spindelbäume befestigt werden.

Eine derartige Rechenanlage an dem Wildbache Boite, Eigenthum der Cadoriner Holzhandelsgesellschaft, hat nach den Mittheilungen von Wessely nachstehenden Arbeits- und Materialaufwand für einen laufenden Meter erfordert:

1. Für die Neuherstellung.

a) Arbeitsaufwand:

Das Zurichten, Ablängen und Verbohren der Bockbeine	0·20	Tagschicht
Das Beitragen der Rechenbestandtheile	0·15	„
Das Aufstellen des Rechens mit Rücksicht auf die verschiedene Wassertiefe 0·40—0·58 Tagschicht, daher im Mittel	0·49	„
oder per laufenden Meter . .	0·84	Tagschicht

b) Materialaufwand:

3·00 m Rundholz zu den 5·5 m langen Beinen der Holzböcke,
3·18 „ „ „ „ 3·5 m langen Quer- und Brustbändern,
2·18 „ „ „ „ Spindelbäumen,
2·72 „ „ „ „ 2·5 m langen Spindeln mit Rücksicht auf eine Spindelweite von 1 m, d. h. bei engerer Spindelstellung dementsprechend mehr.

Bei der Brennholztrift wäre die Spindelentfernung auf 30—50 cm herabzusetzen. 4·0 m Stangen oder Schwarten zu Unterlagen für das Schwermaterial.

2. Abräumungsaufwand.

Das Abräumen des Rechens, einschließlich der Aufbewahrung seiner einzelnen Bestandtheile, erfordert per laufenden Meter einen Arbeitsaufwand von 0·33 Tagschicht.

3. Der jährliche Aufstellungsaufwand.

Das Zutragen und Aufstellen der Bestandtheile, das Einschweren der Böcke und das Befestigen der Spindeln erfordert per laufenden Meter 0·64 Tagschicht.

§. 251. Bockrechen ohne Beschwerung.

Die Bockrechen ohne Beschwerung sind nur an ruhig fließenden Triftbächen als Abweisrechen oder als Abschluß von Verzweigungen des Triftbaches anzuwenden und erhalten für gewöhnlich die in Fig. 164 abgebildete Constructionsform. Die zwei Spindelbäume a, die Spindeln b und das Laufbrett c für die Arbeitermannschaft ruhen auf den schiefen Böcken d, deren Fuß mittelst eines hölzernen Pflockes e im Grunde befestigt wird. Die Böcke werden je nach dem nothwendigen Grade der Standfestigkeit in Entfernungen von 2—4 m aufgestellt und erhalten zwei nach rückwärts gestellte, in den Boden fest eingefügte Füße.

Um das Entstehen umfangreicher Strandhölzer an Sandbänken zu verhüten, werden in einem ruhig fließenden Wasser auch Abweisrechen in folgender Art mit Erfolg angewendet. Längs der abzuschließenden Linie sind in Entfernungen von 2—4 m Grundpfähle von einer Länge senkrecht in den Boden einzuschlagen, so daß sie circa 1 m über den gewöhnlichen Triftwasserstand emporragen. An diese Piloten werden sodann mittelst Wieden, Leitern, d. h. zwei Spindelbäume, die untereinander in Form einer Leiter durch senkrechte Sprossen verbunden sind, befestigt. Die Befestigung der Leitern erfolgt jedoch derart, daß sie zur Hälfte unter den, zur anderen Hälfte über den gewöhnlichen Triftwasserspiegel zu stehen kommen. Mitunter genügt es, wenn vor die eingeschlagenen Grundpfähle „Schwimmer" vorgelegt werden, welche ihrerseits mittelst langer Wieden an jene befestigt werden, so daß sie mit dem Wasser steigen und fallen können.

§. 252. Beweglicher Bockrechen, System Petraschek.*

Der Rechen soll nach dem Projecte eine Länge von 150 m erhalten und wird aus einer Anzahl von beweglichen Jochen gebildet, von denen die dem Einlasse zunächst stehenden zwei Joche in einer Entfernung von 5 m, die nächst folgenden drei in einer solchen von 10 m aufzustellen sind, während der Abstand zwischen den weiteren Jochen 20 m betragen wird.

Die einzelnen Bestandtheile dieser Rechenconstruction, die in Fig. 165 in der Seitenansicht, im Grundriß und Profil, endlich in mehreren Detailzeichnungen dargestellt erscheint, sind:

---

* Der bewegliche Rechen mit fixirter Basis, ein Novum, das bei Wetzmann im Gailflusse zur Durchführung bestimmt ist. Entworfen von Carl Petraschek. „Berichte des oberösterreichischen Forstvereines" von L. Dimitz, 1883. Diesem Berichte sind auch die in Fig. 165 vorgeführten Zeichnungen entnommen.

Der 20/30 cm vierkantig behauene Streck- oder Rechenbrustbaum 1 ruht über dem höchsten Triftwasserstand auf dem 20/30 cm starken Tragbalken 3 der Jochconstruction, welche wieder durch die 20/30 cm starke Doppelstrebe 5 unter einem rechten Winkel gestützt wird.

Der Brustbalken 1 ist an den Tragbalken 3 nicht befestigt, sondern liegt nur auf und wird laut Detailzeichnung D von den Balkenhölzern 26, die mit dem Tragbalken 3 fest verschraubt sind, gehalten, auf denen wieder die Auflagehölzer 27 ruhen.

Die Hölzer 26 sind 20/20 cm stark, 0·8 m lang; die Hölzer 27 dagegen 20/20 cm stark und 0·6 m lang.

Die Doppelstrebe 5 besteht aus zwei parallel in einem Abstande von 26 cm gestellten Balken, die untereinander durch die 15/25 cm starken Querhölzer 4 abgesteift sind, während ein Theil dieses Zwischenraumes 23 verschalt wird. Diese letztere Maßregel soll Schotterablagerungen unterhalb der Strebe verhindern und auch das Niederlegen der einzelnen Joche erleichtern. Der Fuß der Doppelstrebe 5, Detailzeichnung E, ist mit den 42 cm starken und über den Boden 34 cm emporragenden Grundpiloten 6 durch die aus Schmiedeisen gefertigte Welle 10, welche in den auf den Pilotenköpfen befestigten eisernen Lagern ruht, eingebettet; damit aber die Welle das Gehölz der Strebe nicht angreife, sind die Seitenflächen der durchlochten Strebebalken mittelst der gußeisernen Lagerplatten 11 bekleidet, welche bei einer Dicke von 30 mm eine Länge und Breite von 26 cm haben. Das Lager der Welle 10 besteht aus den schmiedeisernen Lagerplatten 7, welche 25 mm stark, 25 cm lang und breit sind und oben ein 6 cm im lichten Durchmesser messendes Lager tragen, das noch zum Theil an die Pilote zu liegen kommt, wodurch die Widerstandsfähigkeit dieses Constructionstheiles wesentlich erhöht wird.

In ähnlicher Weise, Detailzeichnung H, ist auch der Fuß des Tragbalken 3 mit den zwei vorderen Piloten 6 und zwar in der Art verbunden, daß der mit den eisernen Lagerplatten 8 versehene Balken mit einer 6 cm starken schmiedeisernen Welle, die auf der einen Seite durch eine Nabe, auf der anderen durch einen vorgestreckten Keil am Herausfallen gehindert wird, drehbar befestigt ist, die ihrerseits wieder in den an den Piloten befestigten eisernen Lagern 9 ruht. Endlich sind die Wellen der Drehvorrichtungen an der Basis der Jochbalken, desgleichen auch jene bei dem Unterstützungsmechanismus mit den Stellringen 25 versehen.

Die Verbindung der Doppelstrebe 5 mit dem Tragbalken 3, Detailzeichnung A, B und C, besteht gleichfalls aus einer 6 cm starken schmiedeisernen Welle 12, die in den beiden Strebebalken, und zwar in den 30 mm dicken und 26 cm langen und breiten gußeisernen Lagerplatten 13 eingelassen ist und durch Nabe und Keil an einer seitlichen Verschiebung verhindert wird. Auf die Welle 12 wird gleichzeitig beim Durchstecken in die Lager ein schmiedeiserner Hohlcylinder 14 aufgezogen, der bei einer Länge von 20 cm eine Wanddicke von 25 mm hat. Dieser Cylinder hat ferner eine 12 cm breite und 20 cm lange Nase 15, welche in einen 130 cm langen Hebel 16 ausläuft, der nahezu senkrecht auf die Richtung der Nase steht. Mit dem unteren Ende stützt sich der Hebel auf die Sperrstange 17, die aus Schmiedeisen und 8 cm breit und 20 mm dick angefertigt ist und um einen Schraubenbolzen gedreht werden kann.

In dem Momente, wo der Hebel 16 auf der Sperrstange 17 ruht, ist die äußere Fläche der Nase 15 parallel zu der Unterfläche des unter 45° geneigten Tragbalkens 3 und stemmt sich die Nase gegen den Tragbalken, der an dieser Stelle mit Blech beschlagen ist, fest an, beziehungsweise verhindert ein Niederfallen des Tragbalkens. Wird dagegen

die Sperrstange 17 vom Lande aus mittelst des Drahtseiles 19 über die Rolle 20 bewegt, beziehungsweise um die Bolzen 18 nach abwärts gezogen, so wird der Hebel 16 frei, wodurch der Tragbalken mit seinem Gewichte die Nase 15 sammt dem Cylinder 14 herumdreht und auf den Boden niedersinkt. Die Bewegung der Sperrstange wird durch die an den einen Theil der Doppelstrebe 5 befestigte eiserne Schiene 21 begrenzt.

Um aber auch die Strebe 5 in der entsprechenden Richtung niederzulegen, muß bei dem Oeffnen der Sperrstange am Seile 19 auch noch dann fortgezogen werden, wenn bereits der Tragbalken 3 gesunken ist, wodurch die Doppelstrebe aufgerichtet und schließlich in die gewünschte Fallrichtung gebracht wird. Die 16 cm starke Jochstrebe 22, die mittelst des Bolzringes 24 an die Strebe 5 befestigt ist, versteift das Joch und verhindert auch beim Oeffnen der Sperre ein seitliches Umlegen der Strebe 5, während die Verschalung 23, beziehungsweise der hierauf vom Wasser geübte Druck das Emporrichten der Doppelstrebe erleichtert.

Die 10 cm starken Spindeln 2 sind nur am Fuße mit dem unteren Spindelbaume fest verbunden, während sie auf den Streckbalken oder Brustbaum 1 lose aufliegen und nur durch die eisernen Dorne 28 in den entsprechenden Abständen gehalten werden.

Der Spindelbaum 29 ist ein 44 cm starker Rundbaum, der eine 6 cm starke schmiedeiserne Welle 30 trägt, welche in der Pilote 31 derart gelagert ist, daß sich der Spindelbaum um die Welle drehen kann. Die Piloten für den Spindelbanm ragen höher über den Boden empor, als die Jochpiloten, damit das Wasser eine Strömung bilde und Geschiebeablagerungen verhüte. Im Weiteren sind noch die Spindeln in den Spindelbaum eingelassen und mittelst der eisernen Nägel 32, Detailzeichnung G und J, mit dem letzteren fest verbunden, so zwar, daß bei dem Niederlegen der Joche auch die Spindeln zu Boden fallen können, während die losen Brustbäume 1 mittelst kurzer Drahtseile an die Piloten angehängt sind, wodurch das Fortführen derselben durch die Wasserströmung ausgeschlossen ist.

Die Vorzüge dieser Rechenconstruction bestehen:

a) in der Möglichkeit, den Rechen in kurzer Zeit umlegen zu können, eine Zulässigkeit, welche auf einem Triftbache, der ab und zu Geschiebemuhren führt, oder dort, wo plötzliche Hochwässer eintreten können, von Bedeutung ist;

b) in der weiteren Möglichkeit, daß der gesammte Rechenoberbau nach beendeter Trift aus dem Triftbache entfernt und unter Schutz aufbewahrt werden kann, was zu einer wesentlichen Erhöhung der Erhaltungsdauer beiträgt.

Petraschek berechnet den Bauaufwand für einen laufenden Meter mit 30 fl., wovon auf Eisenbestandtheile 23 fl. 50 kr., auf Herstellung der Holzbestandtheile ohne Holzwerth 6 fl. 50 kr. entfallen, und bezeichnet diese Ziffern als Maxima, während das Abtragen und Aufstellen des 150 m langen Rechens durch 10 Mann in 3—5 Tagen vollziehbar ist, wenn die Bestandtheile in unmittelbarer Nähe untergebracht werden können.

§. 253. Bockrechen auf stabilen Grundpfählen (Fig. 166).

Ein Bockrechen auf einem stabilen Grundbaum ist gegenwärtig noch am Zillerfluß in Tirol unter dem Namen der Haselbacher Rechen in Anwendung und besteht aus 49 untereinander verbundenen Böcken, die sich mit dem einen Ende an den Uferschutzbau zunächst der Einlaßschleuse in den Ländcanal, mit dem anderen an einen gewöhnlichen stabilen Rechen aus Holzjochen anlehnen. Dieser Bockrechen hat eine sehr hohe Widerstandsfähigkeit, und können bei einem mittleren Wasserstande an 6—8000 rm^3 Holz ohne

Gefahr vor dem Rechen angehäuft werden, trotzdem sich dasselbe vor dem Bockrechen stark verlegt, wodurch der Wasserabfluß mehr nach dem stabilen Rechentheil gedrängt wird.

Die Böcke sind in Entfernungen von 2 m aufgestellt und bestehen aus zwei vierkantig behauenen Balken a und b, die in einem rechten oder spitzen Winkel zusammengefügt und durch ein gleich starkes Querband c versteift werden. Ueberdies ist die Verbindungsstelle der erstgenannten Balken noch durch eiserne Bänder gefestigt. Der Bock ruht auf drei in den Grund fest eingerammten und am Kopfe mit eisernen Ringen versehenen Grundpfählen d und e, wovon die vorderen zwei durch eine schwere und dicke Eisenstange verbunden sind, während der rückwärtige Pfahl e am Kopfe eine Nuth enthält. Auf diese drei Grundpfähle wird nun der Bock derart aufgestellt, daß der Balken a auf der Eisenstange zwischen den vorderen Grundpfählen an jener Stelle aufliegt, wo er eine mit Blech ausgeschlagene Kerbe hat, während der kürzere Balken b (die Stelze) mit seinem Zapfen genau in die im rückwärtigen Pfahle angebrachte Nuth (Nuß) hineinpaßt.

Jeder Bock trägt unweit der Kerbe am Balken a einen mit einer Schleuder befestigten Eisenring f. Durch diesen Eisenring und unter der Eisenstange der vorderen Pfähle wird eine Stange (Spreizer) g eingetrieben und dann rückwärts so weit als möglich herabgedrückt und mittelst eines Zapfens h an die Stelze b befestigt, wodurch der Bock gegen die Wasserwand niedergehalten wird. Auch rückwärts an der Stelze ist ein Schleudernagel i angebracht, an welchem eine hölzerne Latte k (Drischl) mittelst eines vorgesteckten Bolzens i befestigt wird. Diese Latte hat am unteren Ende einen unbeweglichen Eisenring, der in einen an dem rückwärtigen Pfahle angebrachten Haken l eingehängt wird und somit ein Ausspringen des Balkens aus der Nuß verhütet.

Die Balken a liegen in einer Ebene und bilden die Wasserwand, beziehungsweise die Träger der Spindelvorrichtungen. Letztere bestehen aus zwei einfachen Querbalken m und m^1 und aus zwei Doppelbalken n und n^1; die ersteren heißen die Mitter- und Oberlanden, die letzteren die Grund- uud Mittelleitern. Die Grundleitern, welche aus einem Spindelbaume und einer Spindelleiter bestehen und mittelst starker Eisennägel untereinander verbunden sind, ruhen unterhalb des in gleicher Weise mit einem eisernen Ringe, und zwar an der Oberseite versehenen Balkens a; mit den Böcken sind selbe durch lange eiserne Schraubenbolzen verbunden. Durch diesen Ring wird der sogenannte Bindknittel, ein grüner Erlenast, derart durchgesteckt, daß er auf den Bock mit dem einen Ende und mit dem anderen auf die Leiter drückt und hiedurch ein Emporsteigen der letzteren verhindert. In gleicher Weise ist auch die Mittelleiter n^1 construirt, während die Mitter- und Oberlanden m und m^1 mittelst einfacher Schraubenbolzen o an die Balken a befestigt sind.

Durch die Oeffnungen der Leitern werden die Spindeln p geschoben. An einzelnen Stellen wird der Spindelbalken m in der Mitte durchbohrt und werden in diese Oeffnungen sodann Holzzapfen derart durchgesteckt, daß der eine unmittelbar ober der Grundleiter n, der andere unter der Mittelleiter n^1 zu stehen kommt, wodurch die Grundleiter ebenfalls niedergehalten wird. Parallel zu der rückwärtigen Pfahlreihe liegt eine an die Pfähle q befestigte Grundschwelle r, welche eine Auskolkung des Grundes zwischen den Böcken verhindern soll. Gleichzeitig werden einzelne Böcke durch die Streben s mit dieser Grundschwelle und mit jener v untereinander verbunden und dadurch gestützt. *

* Um das Aufstellen und Abbrechen und das Ueberwachen des Rechens zu erleichtern, wird die Anbringung des Rechensteges t empfohlen; desgleichen dürfte sich für die Sicherheit der Anlage die Herstellung der Abdielung u, und zwar im unmittelbaren Stromstriche empfehlen. — Der Rechensteg kann auch durch eine vertical gestellte Strebe mit dem Balken b verbunden und auf diese Art unterstützt werden.

Die Abtragung des Rechens erfolgt in nachstehender Weise:

Nach vollständiger Beendigung der Trift wird zuerst das vor dem Rechen vorgelagerte Holz, welches während des ganzen Triftgeschäftes unberührt blieb, entfernt, beziehungsweise in den Ländcanal eingetriftet, wobei das mit Schlamm zusammengebackene Holz mittelst Floßhaken gelockert werden muß. Sodann geht man an das Ziehen der Spindeln, die gleichfalls in das Wasser geworfen und auf die Ländplätze getriftet werden. Endlich werden die eisernen Bolzen, die Landen und Leitern entfernt und der vollständig freigestellte und in allen Verbindungen gelöste Rechenbock mittelst eines befestigten Seiles und eines am Ufer aufgestellten Haspels aus seinem Lager gehoben und nach jenem gezogen.

Die neuerliche Aufstellung des Bockrechens dieser Construction erheischt die Errichtung von Holzböcken (Schragen), wenn von der Herstellung des Rechensteges t abgesehen werden sollte. Darauf werden sodann für den Transport der einzelnen Bestandtheile durch die Arbeiterschaft Laufbretter gelegt. Der erforderliche Arbeitsaufwand für das Aufstellen kann mit 2·5—3·0 Tagschichten per laufenden Meter bemessen werden.

Der Vortheil dieser speciellen Construction besteht in ihrer größeren Standfestigkeit; dagegen ist das Aufstellen und Abrüsten dieses schwerfälligen Gebäudes kostspielig und zeitraubend. Desgleichen ist auch der Rechen während der Trift unzugänglich *, ein Umstand, der sich beim Betriebe sehr leicht in nachtheiliger Weise äußern kann.

Die Böcke und Grundpfähle sind aus Lärchenholz, während die übrigen Rechenbestandtheile aus Fichtenholz hergestellt werden. Die einzelnen Constructionshölzer bei dem bestehenden Haselbacher Bockrechen haben folgende Längen- und Stärkedimensionen:

Grundpiloten d e	5 m lang,	42—48 cm stark
Böcke a	3·9 „ „	28 „ „
Stelzen b	1·9 „ „	16/21 „ „
Bänder c′	1·9 „ „	16/22 „ „
Leitern n′	11·1 „ „	15/25 „ „
Leiterbäume n	11·2 „ „	15/22—28 „ „
Oberlanden m′	9·0 „ „	17/18 „ „
Mittellanden m	11·0 „ „	20/22 „ „
Hinterlanden s	4·8 „ „	18/20 „ „
Spreizer g	3·0 „ „	10 „ „
Querlanden v	3·0 „ „	8 „ „
Drischeln k	1·4 „ „	4 „ „

Die Leitern und Leiterbäume sind aus zwei Stämmen zusammengefügt, die Querlanden versteifen und verbinden die einzelnen Böcke untereinander. Die Drischeln sind halbrund und die Querhölzer w beim Haselbacher Rechen nicht vorhanden. Desgleichen fehlt auch die Dielung u, mittelst deren jedoch einer Auskolkung des Grundes zwischen den Böcken erfolgreich vorgebeugt werden könnte.

---

* Bei dem Haselbacher Rechen ist eine Laufbrücke nicht vorhanden, und es dürfte sich aus diesem Grunde die Herstellung des beigefügten Rechensteges t insbesondere empfehlen.

§. 254. Die Vor- und Nachtheile der Bockrechen und Andeutungen, unter welchen Verhältnissen sich deren Anwendung empfehle.

Im Wesentlichen bieten die Bockrechen die gleichen Vortheile wie die Korbrechen, und zwar:

1. ist deren Herstellung billig und schnell zu bewerkstelligen, wenn von einer Festigung mittelst Grundpfählen Umgang genommen wird. Durch letztere würde sich der Bauaufwand namhaft höher stellen und es könnte sodann von einer billigen Anlage wohl kaum mehr die Rede sein;

2. bietet der Bau der Bockrechen keine technischen Schwierigkeiten; es können daher solche Anstalten selbst von einer minder geübten und geschulten Mannschaft hergestellt werden;

3. lassen sich Rechenbeschädigungen schnell und mit geringem Aufwande beseitigen;

4. entfallen die kostspieligen Rechenräumungsarbeiten, und

5. können für Bockrechen Hölzer minderer Qualität verwendet werden.

Gegenüber der Korbrechen treten noch die weiteren Vortheile zu Tage, daß

6. das hiezu verwendete Baumaterial eine bedeutende längere Benützbarkeit behält;

7. die vollständige Beseitigung der Rechenanlage möglich ist, wodurch das Flußbett, beziehungsweise dessen Durchflußprofil, außer der Triftzeit in keiner Weise eingeschränkt wird, und

8. der Bockrechen gegenüber dem Korbrechen eine erhöhtere Sicherheit gewährt.

Die Nachtheile der Bockrechen gegenüber den stabil aufgeführten Werken sind:

1. die verhältnißmäßig geringere Standfestigkeit und daher die höhere Gefahr eines Rechendurchbruches, und

2. die erschwerte Manipulation bei der Trift; denn vor einem Bockrechen dürfen sich keinerlei größere Holzmassen anhäufen und sind die Trifthölzer sofort in den Ländcanal einzuweisen, daraus zu entfernen und zu zainen.

Die Anlage und Verwendung eines Bockrechens dürfte sich im Allgemeinen empfehlen:

1. in jenen Oertlichkeiten, wo für das schleunige Ausländen der Hölzer die geeigneten Vorkehrungen getroffen oder doch die einschlägigen Anlagen billig herzustellen sind, und wo keine bedeutenden Massen zur Abtriftung gelangen oder an der Bachbettsohle keine wesentlichen Veränderungen durch Auskolkung und Geschiebeanhäufung zu gewärtigen sind;

2. als einfache Abweisrechen; in dieser Eigenschaft sind Bockrechen in vielen Fällen stabilen Anlagen vorzuziehen und werden ihren Zweck vollständig erfüllen. Sie sind ein vorzügliches Mittel, um bei bedeutenden Erbreiterungen des Triftbachbettes übermäßige Verlandungen oder an Stellen, wo Trifthölzer ausgeworfen oder vertragen werden könnten, solches zu verhüten;

3. an Triftbächen, wo die Aufstellung stabiler Fanggebäude aus Mangel an Mitteln, wegen der Kürze der Triftzeit, wegen ungünstiger Untergrundsverhältnisse, Muhrgängen und Geschiebeführung unzulässig oder unsicher sich erweist, und

4. als Schutzrechen in stehenden Gewässern, und zwar an deren seichten Stellen, um die Hölzer vor dem Einflusse des Wellenschlages zu sichern.

§. 255. Die schwimmenden Rechen.

Bockrechen mit schwimmender Spindelvorrichtung.

Ein Bockrechen mit schwimmender Verspindelung wurde im Jahre 1823 bei Hollerburg im Klagenfurter Kreise im Draufluſſe* bei einem mittleren Wasserstande von 1·6 m in einer Länge von 176·3 m aufgestellt und soll derselbe vollkommen entsprochen haben. In Fig. 167 ist A der Querschnitt und B der Längenschnitt, sowie C eine horizontale Projection dieser Art von Rechenanlage dargestellt.

* „Bemerkungen über den Wassertransport der Hölzer" von Franz Wondrak, 1878.

In seiner Construction gleicht dieser schwimmende Rechen einem einfachen Bockrechen; denn auch hier kommen dreiseitige Holzböcke mit Schwermaterial als Stützen und Träger der Verspindlungsvorrichtung vor und unterscheidet sich der eine von dem andern überhaupt nur darin, daß die Verspindelung nicht an die Böcke befestigt wird, sondern frei schwimmend angebracht ist und sich daher je nach dem Wasserstande senken und heben kann.

Der Rechen besteht daher

a) aus den feststehenden Rechenböcken und

b) aus der schwimmenden Spindelvorrichtung.

Die Rechenböcke bestehen aus drei 3·8—4·7 m langen, 16—21 cm in Mittel starken Hölzern a, an deren Fußende ein hohler eiserner Cylinder b mit geschärftem Rande und einem 40 cm langen Eisendorn befestigt wird; letzterer tritt circa 15 cm weit aus dem Cylinder hervor. Der Eisencylinder sammt dem vorstehenden 3—4 cm dicken Eisenstifte ersetzt einen eisernen Schuh und bezweckt ein tieferes Einstellen der Bockfüße, wodurch der Bock in seiner Gesammtheit einen höheren Grad von Standfestigkeit erlangt. Am Kopfe sind die drei den Bock bildenden Hölzer durch ein einfaches eisernes Band c untereinander fest verbunden. Ueber dem höchsten Triftwasserstande wurde in den Bock ein Boden d eingefügt, während die drei Seiten behufs Aufnahme des Schwermaterials D durch eine lichte Verlattung d^1 abgeschlossen worden sind. Die mittlere Entfernung der Böcke betrug von ihren Achsen aus gemessen 6 m.

Die schwimmende Spindelvorrichtung.

Dieselbe war gebildet aus dem Balken e mit dem vierkantigen Querschnitt von 26/26 cm, der sich unmittelbar an die Böcke anlehnt;

aus dem hinteren Mittelbalken f mit dem Querschnitt von 21/16 cm;

aus dem vorderen Mittelbalken g mit dem Querschnitt von 21/16 cm, der in Abständen von 24 cm die 16 cm breiten Einschnitte für die Rechenspindeln enthält und gleichzeitig den Spindeln oder Rechenzähnen als oberste Auflage gedient hatte;

aus dem Streichbaume h mit dem Querschnitte von 24/24 cm, der gleichzeitig mit seiner unteren Kante den Spindeln als Widerhalt dient;

aus dem Unterbaume i mit dem Querschnitte von 24/24 cm, der durch die Bänder oder Säulen k mit dem parallel ober ihm fortlaufenden Streichbaume befestigt war und gleichzeitig den Spindeln als untere Auflage diente, während zur weiteren Versteifung der Unterbaum noch überdies durch die schief gestellten Strebehölzer l mit dem Balken e verbunden war;

aus den Bundriegeln m, die aus 80 mm starken Pfosten 16 cm breit geschnitten worden sind und in Entfernungen von 3·8 m in die Balken e, f, g und h eingelassen und mit Holznägeln derart befestigt waren, daß hiedurch die genannten vier Balken untereinander in ein entsprechend festes Gefüge gebracht wurden;

aus den beweglichen eisernen Klammern n, mittelst deren die gesammten hölzernen Bestandtheile der Spindelvorrichtung an die Böcke befestigt waren, so daß letztere eine weitgehende Verschiebung des vorbeschriebenen Gefüges verhüten konnten, während sie für jene Bewegung einen hinreichenden Spielraum gewährten, die sich aus dem jeweiligen Stande des Triftwassers als nothwendig erwies; endlich

aus den 11—13 cm starken Spindeln, Spindelbäumen oder Rechenzähnen o, die in ihrer schiefen Lage durch die Balken g, h und i erhalten wurden, und deren Länge so

groß war, daß sie unter allen Tiefenverhältnissen bis auf den Grund des Flußbettes reichten und somit auch dort einen weiteren Befestigungspunkt hatten.

Das Balkengefüge zur Aufnahme der Spindeln bestand aus 11·4 m langen Theilstücken, die dann untereinander durch feste eiserne Schließen r verbunden waren und ein jederzeitiges Oeffnen und allfälliges Durchlassen von Schiffen, Flößen ꝛc. ꝛc. selbst während des Betriebes gestatteten. Die Schließen sind mit ihren ringförmigen Oeffnungen durch rechtwinkelig zu Klammern abgebogenen starken Eisenstücken s in die an den Balken e und h genagelten Zapfen eingelegt und durch horizontal vorgesteckte eiserne Bolzen oder Nägel in ihrer Lage festgehalten worden.

Material- und Arbeitsaufwand.

Die Herstellung der Bestandtheile, sowie die Aufstellung der Rechenanlage erheischte für den laufenden Meter einen Material- und Arbeitsaufwand von:

0·36 fm³ Rundholz,
2·14 m 16 cm breite Latten oder Schwarten,
0·54 m 16 cm breite und 80 mm dicke Bretter,
0·14 Stück eiserne Bänder,
0·52 „ Eisencylinder,
0·52 „ eiserne 40 cm lange und 3—4 cm starke Stifte,
0·15 „ eiserne Schließen,
3·8 „ hölzerne Nägel,
3·67 Tagschichten.

Das Abtragen nach beendeter Trift erforderte einen Aufwand von 0·51 Tagschicht per laufenden Meter.

Die Vorzüge dieser Rechenanlage liegen:

a) in der billigen Herstellung,
b) in der Möglichkeit, den Rechen nach beendeter Trift entfernen zu können,
c) in der Zulässigkeit, daß während der Trift der Floß- oder Schifffahrtsverkehr ungestört platzgreifen kann,
d) in dem geringen Bedarf an Holz, der durch entsprechende Verwendung von Drahtseilen zur Festigung der Spindeln noch weiter herabgemindert werden kann,
e) in der Beweglichkeit der Spindelvorrichtung, die in Folge ihrer schwimmenden Lage dem Anpralle der anstoßenden Hölzer leichter nachgeben kann und folgerichtig darunter weniger leidet, beziehungsweise weniger abgenützt wird.

§. 256. Schwimmende Rechen im fließenden und stehenden Wasser mit einfachen Uferfesten und deren Vor- und Nachtheile.

Ein schwimmender Rechen im fließenden Wasser und ohne einer Verspindelung ist noch gegenwärtig am Spölbache bei Zernez im Schweizer Canton Graubünden im Betriebe. Die gesammte Anlage besteht aus dem eigentlichen Rechen und aus den Uferfesten, an welchen die Rechentheilstücke mittelst Drahtseilen befestigt sind. Der Rechen, dargestellt in Fig. 168, besteht aus drei Längsbalken, wovon zwei a a an der stromwärts gekehrten Seite mittelst verschraubter Bolzen untereinander verbunden sind, während der dritte b in einer Entfernung von 1·45 m parallel zu dem Doppelbalken a durch Querspangen c mit dem letzteren verbunden ist. Der Rechen besteht aus 15 m langen Theilstücken (Züge), die untereinander in der bei A ersichtlichen Weise verbunden sind. Die Uferfesten sind entweder einfache Holzböcke oder Grundpfähle und werden die einen wie die anderen an den

beiden Ufern des Triftbaches aufgestellt, beziehungsweise in den Boden eingerammt, an denen nun der Rechen mittelst einer Anzahl von Drahtseilen E befestigt oder angehängt wird. Diese Rechen sind wohl nur anwendbar bei Abtriftung eines geklobenen, kurzen Brennholzes und an einem Triftbache von geringem Gefälle und einer mäßigen Breite.

In Fig. 169 ist ein schwimmender Rechen für stehende Wässer dargestellt, wie er häufig in ausgedehnteren Gebirgsseen in Anwendung kommt, um Hölzer gegen den Einfluß des Wellenschlages zu schützen. Der Rechen besteht aus 6 m langen Theilstücken, die untereinander mittelst Ketten verbunden sind, und wird aus zwei 25/30 cm starken, vierkantig bezimmerten Balken gebildet, welche zu gleicher Zeit die 105 cm langen und vertical gestellten Spindeln umfassen und festhalten.

Der Arbeits- und Materialaufwand für ein 6 m langes Theilstück kann annähernd veranschlagt werden, wie folgt:

Das vierkantige Bezimmern der zwei Stück 6 m langen Schwimmer erfordert 2 Tagschichten;

das Zurichten und Einstellen der 20 Stück Spindeln, das Befestigen der zwei Schwimmer mittelst dreier Querbänder, einschließlich des Einlassens und Annagelns der letzteren, sowie das Befestigen der Ketten erfordert 2 Tagschichten.

Materialerforderniß:

32 Stück Nägel,
1 Bogenkette,
1·6 fm³ Rundholz,
21 m Stangen zu den Spindeln.

Zu den schwimmenden Abweisrechen oder Vorrichtungen, mittelst deren die Trifthölzer in eine bestimmte Richtung gewiesen werden, beziehungsweise die das Vertragen der Trifthölzer in seitliche Verzweigungen der Triftstraße verhüten sollen, gehört auch der Streichversatz und die schwimmenden Batterien.

Der Streichversatz.*

Derselbe besteht aus einer Anzahl von Pfählen, die entsprechend tief und fest in der Linie des aufzustellenden Baues in den Boden eingerammt werden. Die Entfernung der Piloten oder Pfähle beträgt gewöhnlich eine Baumlänge, d. h. 12—15 m, und erhalten dieselben an der dem Triftbache zugekehrten Seite eiserne Führungsstangen, welche am oberen und unteren Ende rechtwinkelig umgebogen sind. Die umgebogenen Enden der Führungsstangen gehen durch die Piloten hindurch und sind am rückwärtigen Theile mit Schrauben gefestigt. An diesen Führungsstangen hängen die beweglichen Schwimmer oder Streichbäume an eisernen Ringen, während sie untereinander mittelst eiserner Ketten ähnlich wie Bogenbäume (Fig. 204) verbunden sind. Die Führungsstangen reichen vom Triftwasser- bis zum Hochwasserstande hinauf.

Die Schwimmer bestehen aus 12—15 m langen Balken, von denen 2—4 Stück aufeinander gelegt und mittelst eiserner Bänder oder Schraubenbolzen verbunden werden. Eine vierkantige Bezimmerung der Schwimmer ist entbehrlich und genügt es, wenn ihnen durch eine Abplattung eine kleine Auflage gegeben wird. Die Schwimmer oder Streich-

* Ein solcher von der in Rede stehenden Construction wurde an der Idritza zu Idria in Krain hergestellt und im „Centralblatt für das gesammte Forstwesen", Jahrgang 1881, p. 166, beschrieben.

bäume heben und senken sich mit dem Wasserstande, indem der Eisenring, mittelst dessen sie an der eisernen Führungsstange befestigt werden, an dieser auf- und abwärts gleitet.

Die schwimmenden Batterien.

Eine schwimmende Batterie, welche die Stelle eines Abweisrechens, beziehungsweise Einweisrechens vertritt, steht heute noch am Salzachflusse in Salzburg in Benützung und hat die Aufgabe, die auf der Salzach herabkommenden Trifthölzer in einen Ländcanal, beziehungsweise den sogenannten Salzachrechen einzuweisen. Die Batterie (Fig. 170) besteht zunächst aus zwei Theilen, und zwar aus dem beweglichen Theile A, der eigentlichen Abweisvorrichtung, und aus dem Batterieroste B. Die Abweisvorrichtung ist aus neun Balken zusammengesetzt, die in Form eines Floßes aneinander gefügt sind. Der dem Wasser zugekehrte Balken trägt eine 120 cm hohe Wandung aus Bohlen, die noch circa 32 cm unter den Balken hinabreicht. Die einzelnen Balkenlagen sind durch darauf befestigte Querhölzer untereinander zu einem unverrückbaren Ganzen verbunden. Die 60—70 mm starken Bohlen der Batteriewand sind an die verticalen Streben mittelst eiserner Schraubenbolzen befestigt. Der Theil stromaufwärts, beziehungsweise der Kopf der Batterie ist mittelst einer Kette E am Lande angehängt und der Befestigungspunkt durch einen soliden Steinkastenbau F gegen den Einfluß eines allfälligen Hochwassers genügend geschützt. Außer der Triftzeit ruht die Batterie A auf dem Roste B, während die Spannbäume a auf den Steg C gelegt sind.

Das Spannen oder Einstellen der Batterie vor der Trift kann erst bei jenem Wasserstande veranlaßt werden, wo dieselbe bereits vom Wasser über den Rost emporgehoben wurde. Es werden sodann die Spannbäume a mit ihren eisernen Widerhaltern in die Widerhalthacken d der Batterie eingelegt und diese letzteren sodann mittelst einer Winde und mit Hilfe der Spannbäume vom Batteriesteg aus langsam so weit in das Flußbett hinausgedrückt, bis die einzelnen Spanner a mit der Kerbe e in den Stegbaum f einkippen. Eine weitere Befestigung der Spanner auf dem Stege ist nicht nöthig, da diese ja durch die eigene Schwere und durch den Druck des Wassers selbst bei dessen Steigen mittelst der Kerbe in ihrer Lage festgehalten werden. Die Balken b verbinden den Rost mit dem Steg C. Nach beendeter Trift werden — bei einem Wasserstande, welcher die Batterie noch über den Rost zu heben vermag — die Spanner ausgehoben und zurückgeschoben, wodurch die Batterie in Folge des Druckes der Strömung an die Piloten D zurückgedrängt wird und schließlich bei dem weiteren Sinken des Wassers auf den Rost aufzuliegen kommt.

Zur Vermehrung der Widerstandsfähigkeit gegen den Druck der Wasserströmung auf die Batterie, beziehungsweise auf den Steg ist dieser mit den sogenannten Hilfsspannern c mit dem Lande verbunden. Die Batterie hat eine Länge von circa 85·8 m und wurde im Jahre 1870/1871 neu hergestellt. Das Spannen oder Einstellen der Batterie erfordert 5—6 Arbeiter durch 5—6 Stunden, beziehungsweise 2·5—3 Tagschichten, das Zurückführen nach geschlossener Trift und das Abrüsten gleichfalls 5 bis 6 Arbeiter, beziehungsweise 2·3—3 Tagschichten.

§. 257. Der stabile Abweis- und Fangrechen.

Der Vortheil der stabilen Fanggebäude besteht in der größeren Stabilität und somit in der höheren Sicherheit, in der Zulässigkeit ihrer steten Benützung und in der Ersparung

der wiederkehrenden Aufstellungs- und Abrüstungsarbeiten; dafür ist aber auch der erforderliche Baukostenaufwand ein bedeutend größerer, als bei dem einfach construirten beweglichen Rechen. Unter Verhältnissen, unter denen eine größere Widerstandsfähigkeit des Fanggebäudes nothwendig ist, muß zu einer stabilen Anlage geschritten werden und diese sodann nach Maßgabe der Holzmengen, der Länge der Anlage, der Größe des Wasserdruckes u. s. w. mehr oder minder solid und dauerhaft hergestellt werden.

Die einfachste Construction eines hölzernen Abweisrechens besteht aus einer Reihe von verstrebten Pfählen, an welche sodann zwei einfache Streckbäume als Träger der vertical gestellten Spindeln in geeigneter Weise befestigt werden. Von größerer Stabilität sind Rechen, die aus einer Anzahl von verstrebten Jochen bestehen (Fig. 160), welch' letztere der Spindelvorrichtung und einer Laufbrücke als Träger dienen. Von einer noch größeren Standfestigkeit ist die Construction (Fig. 171 und 172), bei welcher nur die Stauwand A hinwegzudenken ist.

Gleichwie bei den Uferschutzbauten, so findet auch bei den Rechenanlagen der Steinkastenbau vielfache Anwendung. Rechen mit Steinkästen und horizontaler Verspindelung finden sich im Gebiete der Alm, eines Zuflusses der Traun, fast ausschließlich, und zwar mit sehr gutem Erfolge in Verwendung. Ein Steinkastenrechen von dieser Construction besteht (Fig. 173) aus den 6 m langen und 4—5 m breiten Kästen a, deren innere Steinfüllung auf einem einfachen Schwerboden aus stärkeren Stangen ruht, während von einer weiteren Fundirung abgesehen wird.

Die Kästen erhalten eine Höhe von 3—6 m, bestehen aus 5—12 Lagen von 20 bis 25 cm im Mittel starken, 6·5 m langen Rundholzstücken, die ohne Verbindung kreuzweise aufeinander gelagert und gegen seitliche Verschiebung durch vorgeschlagene Holznägel gesichert werden. Die Kästen werden in Entfernungen von 6 m gestellt, während die Zwischenräume b — dort Thore genannt — durch vorgesteckte horizontale Spindelbäume derart abgeschlossen werden, daß ein Durchschlüpfen der Trifthölzer nicht zu befürchten ist. Die liegenden Spindelbäume c haben die gleiche Stärke wie die zu den Kästen verwendeten Hölzer und, nachdem ihnen gewöhnlich beiderseits eine Auflage von 0·5 m gegeben wird, eine Länge von 7 m.

Die Spindelbäume werden vor die Wasserwandbalken d der Kästen auf die vorstehenden Köpfe der Seitenwandbalken, gleichfalls ohne Verbindung oder Festigung mittelst Holznägeln gelagert und durch einen schief gestellten und beiderseits vernagelten Vorsteckbalken e in ihrer Lage erhalten. Diese Art der Spindellagerung ermöglicht daher ohne Schwierigkeit eine Ausspindelung, indem man nur den vernagelten Vorsteckbalken zu entfernen braucht.

Schließlich wird noch über die Kästen, und zwar zunächst der Wasserwand eine Laufbrücke gelegt, während der innere Raum des Kastens bis zur Krone mit Steinen gefüllt wird, wobei an die vier Seitenwände möglichst große Steine zu legen sind, damit diese nicht durch die offenen Fugen zwischen den einzelnen Balkenlagen vom Wasser herausgespült werden können. Für den Innenraum kann das vorhandene Bachgeschiebe Verwendung finden.

Die Vorzüge eines derartig construirten Rechens bestehen:

a) in der großen Billigkeit;
b) in der leichten Anlage und Erhaltung;
c) in der einfachen und billigen Verspindelung und Abrüstung;
d) in der Entbehrlichkeit des Grundbaues, und endlich

e) in der Eignung derartiger Rechen, auf einem geschiebereichen Wasserlaufe ohne Gefährdung der Anlage auch als Fangrechen mit gutem Erfolge zu dienen. *

Gestatten es die Mittel und sind die Boden- nnd Untergrundsverhältnisse genügend fest, so wird statt der hölzernen Jochconstructionen, die behufs der Standfestigkeit complicirte Formen und bedeutende Dimensionen bekommen müssen, der Steinbau vorgezogen, d. h. es lehnt sich in diesem Falle die Verspindelung an eine Reihe von Steinpfeilern (Fig. 160 F), die in der Richtung der Rechenlinie gestellt werden. Eine Rechenanlage mit Pfeilern aus Quaderwerk und einer doppelten Verspindelung (Fig. 174) ist der Rechen bei Baden nächst Wien. Die Pfeiler sind auf einen pilotirten Grundrost, der noch überdies von Spundwänden umschlossen ist, gestellt und haben die 10 cm starken Spindeln in der vorderen Reihe eine Länge von 4·58 m, in der rückwärtigen eine solche von 4·34 m.

Der stabile Fangrechen hat die gleichen Constructionsformen wie der Abweisrechen, nur müssen dieselben entsprechend solider hergestellt werden, weil der Fangrechen oft größere Holzmassen aufzunehmen und durch lange Zeit festzuhalten hat, somit auch größeren Gefahren und einem höheren Druck ausgesetzt ist.

Die Größe eines Fangrechens hängt ab:

1. von der aufzunehmenden Holzmasse;
2. von der zulässigen Anstauung und Zusammenpressung der Hölzer;
3. von den Dimensionen der Trifthölzer, nachdem kurze Hölzer eine größere Fläche beanspruchen;
4. von der Dauer der Trift und dem Umstande, ob während dieser Zeit mit dem Ausziehen der Hölzer aus dem Rechen begonnen werden kann;
5. von dem weiteren Umstande, ob Hochwässer während der Trift zu befürchten sind, die dann alle Hölzer auf den Triftstraßen dem Rechen zuführen, und
6. auch davon, ob mit dem Holze auch Geschiebe in den Fangraum des Rechens gelangen können.

Im großen Durchschnitt kann man für einen rm^3 Triftholz den erforderlichen Flächenraum eines Fangrechens nach Maßgabe der zulässigen Anstauung mit 0·5—1·0 m^2 bemessen. Der Fangrechen soll möglichst außer dem Hauptstromstriche liegen und einen unbehinderten Abfluß der eintretenden Wassermassen gestatten.

Bezüglich der baulichen Construction der einzelnen Bestandtheile verweisen wir auf die folgenden Paragraphe.

§. 258. Der stabile Staurechen.

Der Staurechen gestattet eine Anstauung der Wassermassen, eine Verminderung des Gefälles und Rechendruckes und kann daher verhältnißmäßig leichter als ein gewöhnlicher Fangrechen ohne Wasseranstauung hergestellt werden. Die stabilen Schwellrechen sind unter den Fanggebäuden jene Anlagen, die an den Hochgebirgswässern am häufigsten und mit Vortheil angewendet werden.

Im Allgemeinen besteht ein stabiler Schwellrechen:

a) aus den Vorkehrungen für die Wasseranstauung,
b) aus den Abfallbächen,
c) aus den Sandcanälen,
d) aus den Spiegelschleusen, den Haupt- und Noththoren,
e) aus den Sandgittern,
f) aus den Ausländcanälen mit den Sortirungsteichen.

* Ein hervorragender Steinkastenrechen steht in der Grünau an der Einmündung des Schindelbaches in den Almfluß. Der Rechen hat eine Länge von 234 m, besteht aus 120 Kästen und 19 Thoren.

Die Stauvorrichtung besteht entweder aus einer einfachen Balkenwand oder Bohlenverschalung A (Fig. 171), die in der erforderlichen Höhe an die Pfeiler oder Joche des Rechengebäudes angelegt wird, oder aus einem Kastenbau mit Steinfüllung (Fig. 172 und 175) oder endlich aus einem soliden Mauerwerk aus Hausteinen (Fig. 176), worauf sodann die Joche mit den Streckbäumen und Rechenzähnen gestellt werden. Im letzteren Falle kann das solide Mauerwerk in den erforderlichen Entfernungen in Form von Pfeilern auf die entsprechende Höhe gebracht werden und vertritt dann die Stelle der hölzernen Joche.

Abfallbäche sind entweder natürliche Wasserrinnen oder künstlich angelegte Canäle, die oberhalb des Rechens aus dem Triftbache abzweigen und unterhalb desselben wieder einmünden. Mittelst der Abfallcanäle kann im Bedarfsfalle ein Theil des Wassers unschädlich von der Rechenanlage abgeleitet werden nnd sind letztere an der Abzweigungsstelle mittelst Schleusen geschlossen.

Sandcanäle und Sandgitter haben den Zweck, eine Verschotterung des eigentlichen Rechenhofes zu verhüten. Die ersteren sind offene, mit Holz oder Steinen ausgekleidete, die letzteren mit einem hölzernen Gitterwerk (Spiegel) überdeckte Canäle, mittelst deren die ankommenden Geschiebe zurück in den Hauptbach geführt werden. Die Sandgitter sind mit Schleusen versehen (Spiegelschleusen) und functioniren auch während der Trift, sind daher den ersteren vorzuziehen, welche nur zu benützen sind, wenn nicht getriftet wird, es wäre denn, daß sie an der Ablaßstelle durch Doppelrechen abgeschlossen werden können. Von den unmittelbar hintereinander stehenden Rechen wird der vordere geöffnet, das Geschiebe zwischen die Rechen eingelassen, sodann der vordere geschlossen und der rückwärtige geöffnet und damit das Geschiebe nach dem Hauptbache geleitet.

Aus dem Rechen kommen die Hölzer in die Ausländcanäle, wo sie gewöhnlich in kleinen Teichen sortirt und auf die entsprechenden Aufsatzplätze gewiesen werden.

Wenn es die örtlichen Verhältnisse gestatten, so wird ein Schwellrechen an einem der Thalhänge herangelegt, wodurch der eine seitliche Abschluß entfällt. In der Fig. 177 ist die Situation, in den weiteren Fig. 178—182 die Detailansichten und Schnitte eines Schwellrechens dargestellt. A ist der Rechenhof, B der Kopf des Rechens, der dem größten Drucke ausgesetzt ist, C sind die Ländplätze, D der Triftbach, a ist ein Durchlaß in den Ländcanal, der mittelst des Thores Fig. 180 geschlossen werden kann, c ein mit Schleusen sperrbarer Abfallcanal, d sind die hölzernen Spindelvorrichtungen mit Steinpfeilern (Fig. 182 in Ansicht), e die Spiegelschleusen, mittelst welcher die Sandgitter f in Verbindung stehen und g ist ein abgedielter Theil des Hauptbaches, damit die Wasser- und Geschiebmassen durch den Abfallcanal und die Spiegelschleusen schneller in das Hauptbett des Triftbaches gelangen können. Die Dielung ist durch ein Wehr abgeschlossen.

Der Abfall hinter der Verspindelung d ist abgestuft und mit einem Steinpflaster in Holzrahmen versichert. Die Spiegelschleusen (Fig. 181) sind einfache Hebthore, während der verspindelte Abfallcanal bei c durch die in Fig. 178 dargestellten „Lauthore" geschlossen wird. Die Fig. 178 ist eine Ansicht und Fig. 179 ein Querschnitt des Rechenkopfes B.

Gewöhnlich erhalten die Fang- und Schwellrechen eine mehr längliche Form beziehungsweise verengern sich gegen den Kopf zu und werden dort durch mitunter gewaltige Schlag- oder Hebthore geschlossen. Vor diese Thore wird öfter eine Verspindelung mit einem beweglichen Spindelbaum (Fig. 183) gestellt, um im Falle, als die Standfestigkeit des Rechens in Gefahr kommen sollte, die Verspindelung auf einmal öffnen zu können. Die Spindeln stecken in einem mit Löchern versehenen Spindelbaum und werden vom Wasserdruck umgeworfen, wenn dieser emporgehoben wird. Die Schlag-

thore sind wie jene bei den Klausen construirt; wir erwähnen hier nur einer einfachen Vorrichtung, die bei den kleineren Fanggebäuden mit Schlagthoren häufig angewendet wird. In dem Rechendurchschnitte (Fig. 184) ist der Hebearm des Sperrgrindels a um den Bolzen b beweglich und lehnt sich bei geschlossenem Thore an den festen Holzbalken c an. Beim Oeffnen des Thores wird der Arm a durch die Stange d herabgeschlagen und damit der Verschluß durch den Sperrgrindel aufgehoben. Umfangreiche Rechenanlagen haben oft eine große Anzahl von Thoren; so enthält beispielsweise das Schleusenhaus des Pittschachrechens bei Hallein 17 Hebethore, von denen ein jedes 4·74 m breit und 2·84 m hoch ist. Der Raum zwischen der Thorschwelle und dem Boden des Schleusenhauses mißt 6·48 m, jener, in dem die Aufzugsvorrichtungen angebracht sind, 4·98 m.

Die Wandung zwischen den einzelnen Thoren besteht aus einer Reihe von 32 cm starken Doppelpiloten, die beiderseits mittelst 16 cm starken Balken verkleidet sind, derart, daß die gesammte Zwischenwand eine Stärke von 96 cm hat. Die 17 Thore, d. i. die gesammte Schleusenvorrichtung stützt sich auf zwei Eckpfeiler aus Quadern. Die letzteren haben im Grunde eine Höhe von 2 m, eine Dicke von 3 m und eine 6·6 m hohen Oberbau, an der Basis eine Dicke von 2·2 m und an der Krone von 1·6 m. Das Fundament der Thore besteht aus einer 63 cm dicken Faschinenbettung als unterste Schichte, worauf ein 2 m hoher Steinkastenbau ruht, der durch eine 47 cm dicke Pflasterung und eine 15 cm dicke Holzdielung abgeschlossen ist.

§. 259. Die Vorrichtungen zum Ziehen der Hebethore bei einem Fanggebäude.

Auch bei den Fanggebäuden werden als Hebevorrichtung, mittelst deren die unterschiedlichen Thore zum Ablassen des Schwellwassers geöffnet werden, je nach der Größe der letzteren die im §. 159 besprochenen Constructionen angewendet. Hier soll deshalb nur die Besprechung jener Formen platzgreifen, welche ausschließlich bei Rechenanlagen in Verwendung kommen. In Fig. 185 ist zunächst ein Rechenthor mit der im vergrößerten Maßstabe ausgeführten Construction der Laufrollen a (Fig. 186) dargestellt, die beim Aufziehen des Thores sich längs der Eisenschienen b frei bewegen.

Die Fig. 187, 188 und 189 geben das Bild einer Hebevorrichtung mit hölzernem Zahnradgetriebe, wobei die Fig. 189 die Aufzieh- und Sperrvorrichtung im vergrößerten Maße veranschaulicht, welche das Zurückgehen des Thores zu verhüten hat. Die eiserne Hebestange a wird an den Zapfen b angesteckt und durch Drehung der ersteren das Thor c (Fig. 187) gehoben. Vor dem Thore ist die Verspindelung d angebracht.

Fig. 190 ist die Ansicht,* Fig. 191 der Grundriß und Querschnitt eines Hebethores. Das Oeffnen desselben geschieht in der Weise, daß der in Fig. 190 dargestellte Hebel a an das eiserne Zahnrad b angelegt und nach abwärts gedrückt wird, während der eiserne Winkelhebel c als Sperrvorrichtung wirkt, beziehungsweise ein Zurückgehen des Rades verhindert. Beim Anlegen des Hebels (Pelikan) greift die Vorrichtung d (Fig. 192) in die Zähne des Rades b ein, während die eisernen Arme e die Welle umfassen; gleichzeitig rückt der Winkelhebel c Zahn um Zahn nach. Wird derselbe aus dem Zahnrade durch ein Anziehen bei c herausgenommen, so fällt das Thor in Folge seiner Schwere selbstthätig nieder. Im Uebrigen besteht das Thor (Fig. 190) aus dem Spindelbaume f, den Spindeln g, der Vorlegstange h und dem Sandgitter i.

* Hebethor bei dem Zinkenbachrechen im Salzkammergute.

Bei dem Pittschachrechen in Hallein werden die Thore vermittelst der in Fig. 193 und 194 abgebildeten Vorrichtung gehoben. Durch das Auf- und Niederziehen der Stange a (Fig. 194) greifen die beiden eisernen Arme b und c in das eiserne Zahnrad d ein, drehen dies um einen Zahn herum, während gleichzeitig der Sperrhaken e entsprechend fortschreitet. Mit dem Zahnrade wird die hölzerne Welle f gedreht und damit die Thorketten aufgewunden, beziehungsweise das Thor aufgehoben.

Die Vorrichtung g dient zum Herunterlassen des Thores. Wird in der vorgezeichneten Stellung die Welle gedreht, so bleibt die Eisenhülse h, die mit der Achse der Welle nicht fest verbunden ist, in Ruhe, d. h. das Thor kann nicht emporgehoben werden. Wird dagegen der Hebel g in der Richtung des Pfeiles geschoben, so tritt der Dorn i vor und zwingt die Hülse h dadurch, daß er sich an den Stift k fest anlegt, zu gleicher Bewegung der Welle, d. h. das Thor wird gehoben. Wird der Hebel g in die dargestellte Lage geführt, beziehungsweise der Stift k freigestellt, so fällt das Thor in Folge seiner Schwere herab. An dem langen Arme a ist eine Zugstange befestigt (Fig. 193).

Mitunter werden die Thore aus zwei bis drei beweglichen, horizontalen Theilstücken gefertigt; nachdem jedes derselben durch selbstständige Aufziehketten mit der Hebevorrichtung in Verbindung gebracht werden kann, so läßt sich nach Erforderniß zuerst das obere, dann das mittlere, endlich das untere Theilstück heben, wobei eine theilweise Regelung des Abflusses, beziehungsweise der Stauhöhe im Rechenhofe möglich wird.

§. 260. Die Sandgitter und deren Herstellungsaufwand.

Ein Sandgitter und unter Umständen selbst mehrere müssen stets bei einem Schwellrechen erbaut werden, wenn der Triftbach Geschiebe oder Sand in größeren Massen mit sich führt, weil sonst in kurzer Zeit der Rechenhof in einer Weise verlandet würde, daß eine Räumung desselben nur mit dem Aufwande bedeutender Kosten möglich wäre, welch' letztere aber mit Rücksicht auf den nothwendigen Fassungsraum des Rechenhofes alljährlich vorzunehmen ist. Fig. 195 weist den Querschnitt eines Sandgitters. Dasselbe besteht aus einem von Krainerwänden gebildeten Canal, der aber durch ein Gitter von gekreuzten Balken (Sandgitterbäumen) geschlossen ist. Diese können sich entweder unter einem rechten oder einem spitzen Winkel (45°) kreuzen. Die letztere Art der Ueberkreuzung gestattet größere Oeffnungen bei gleicher Anzahl von Gitterbäumen. Weiters können die sich kreuzenden Balken in einer Ebene liegen, d. h. beiderseits zur Hälfte ineinander eingelassen sein oder es wird die obere Balkenlage in die untere nur einige Centimeter tief eingelassen. Das letztere ist dem ersteren vorzuziehen, weil hiedurch die Balken weniger geschwächt werden und demnach mit schwächerem Gehölz der gleiche Festigkeitsgrad erreicht werden kann.

Die einzelnen Bestandtheile (Fig. 195) sind:

a) ein gewöhnlicher Steinkastenbau, der an der Oberfläche mit guten und möglichst großen Steinen abgepflastert wird,
b) 5 m lange und 40 cm im Geviert starke Rostpfähle,
c) zweikantig bezimmerte Polsterbäume,
d) Sandgitterboden aus 80 mm dicken Bohlen,
e) vierkantige, 45/35 cm starke Rostbäume,
f) ein Kastenbau mit Schwerboden für die Schußbodendielung,
g) die Schußbodendielung aus Rundhölzern,

h) vierkantig behauene Sandgitterträger,
i) obere
k) untere } Sandgitterbäume,
l) Deckbäume.

Material- und Kostenaufwand.

Das Sandgitter (Fig. 195) hätte beispielsweise ein Ausmaß von 425 m², ist an drei Seiten von Krainerwänden eingeschlossen und ruht das Gitterwerk auf vier pilotirten Rostbäumen oder Trägern, die circa 3 m von einander entfernt sind.

1. Der Steinkastenbau a ist 28 m lang, 2 m breit und 1·75 m oder 7 Ringe hoch und erfordert an

Material:

37 Stück	Baustämme à 1 fm³ =	37·0 fm³
100 „	Stangen zu dem Schwerboden à 0·08 fm³ =	8·0 „
	zusammen	45·0 fm³

Arbeit:

210 m	Bauholz an drei Seiten bezimmern à 0·08 Tagschicht =	16·8 Tagschichten
555 m	Bauholz abbinden und legen à 0·2 Tagschicht =	111·0 „
100	Schwerstangen einlegen à 0·02 Tagschicht =	2·0 „
100 m³	Erdaushub à 0·4 Tagschicht =	40·0 „
56 m³	Steinpflasterung à 0·30 Tagschicht =	16·8 „
36 m³	Steine sammeln und zur Baustelle übertragen à 0·5 Tagschicht =	18·0 „
	zusammen	204·6 Tagschichten

daher Aufwand für den laufenden Meter 1·06 fm³ rohes Holz und 7·3 Tagschichten oder per m³ 0·45 fm³ rohes Holz und 2·08 Tagschichten.

2. Steinpflasterung, stromaufwärts anstoßend an den Steinkastenbau, 26 m lang, 2 m breit und 30 cm tief zum Schutze gegen eine Unterspülung des Sandgitters.

Material:

2	Baustämme (Lärchen) à 1 fm³ zu 10 Stück 3 m langer Grundpfähle =	2·0 fm³
4	Baustämme à 1 fm³ zu den auf die Grundpfähle aufzuzapfenden Schwellen =	4·0 „
	zusammen	6·0 fm³

30 m³ Bruchsteine, 100 kg Nägel und Pilotenschuhe.

Arbeit:

28 m³	Erdaushebung à 0·4 Tagschicht =	11·2 Tagschichten
10 Stück	Grundpfähle herrichten, beschuhen und einschlagen à 2·5 Tagschicht =	25·0 „
60 m	Bauholz verzimmern à 0·12 Tagschicht =	7·2 „
56 m³	Steinpflasterung herstellen à 0·3 Tagschicht =	16·8 „
	zusammen	60·2 Tagschichten

oder per m³ 0·1 fm³ rohes Holz und 1·07 Tagschicht.

3. Der Steinkastenbau an der schmalen Seite des Sandgitters 10 m lang, 1 m breit und 1·25 m (5 Ring) hoch.

Material:

10	Baustämme à 1 fm³ =	10·0 fm³
4	Baustämme à 0·5 fm³ =	2·0 „
30	Stangen à 0·08 fm³ (Schwerboden) =	2·4 „
	zusammen	14·4 fm³

Arbeit:

10	m³ Grundaushebung	4·0 Tagschichten
50	m Bauholz dreiseitig bezimmern à 0·08 Tagschicht =	4·0 „
150	m Bauholz abbinden und legen à 0·2 Tagschicht =	30·0 „
30	Schwerstangen einlegen	0·6 „
40	m Dielwerk herstellen à 0·06 Tagschicht =	2·4 „
10	m³ Steine sammeln à 0·5 Tagschicht =	5·0 „
	zusammen	46·0 Tagschichten

oder per laufenden Meter 1·44 fm³ rohes Holz und 4·6 Tagschichten oder 3·6 Tagschichten per m³.

4. Der Steinkastenbau f für die Abschußtenne, 35 m lang, 3·2 m breit, dann 1·75, 1·25 und 0·75 m hoch (7, 5 und 3 Ring) einschließlich der Pilotirung der den Sandgitterraum unmittelbar abschließenden Wand.

Material:

3	Baustämme (Lärchen) à 1 fm³ zu 12 Grundpfählen =	3·0 fm³
45	Baustämme à 1 fm³ zu den Wand- und Zangenhölzern, Inschlössern =	45·0 „
150	Stangen à 0·08 fm³ zum Schwerboden =	12·0 „
	zusammen	60·0 fm³

80 kg Eisenbestandtheile.

Arbeit:

100	m³ Grundaushebung à 0·4 Tagschicht =	40·0 Tagschichten
12	Stück Grundpfähle herrichten ꝛc. ꝛc. à 2·5 Tagschichten =	30·0 „
175	m Bauholz an den Seiten rauh behauen à 0·08 =	14·0 „
675	m Bauholz bezimmern ꝛc. à 0·02 Tagschicht =	135·0 „
150	Schwerstangen legen à 0·2 Tagschicht =	3·0 „
100	m³ Steine sammeln und die Kästen ausfüllen à 0·5 Tagschicht =	50·0 „
	zusammen	272·0 Tagschichten

daher per laufenden Meter 1·7 m³ rohes Holz und 7·77 Tagschichten oder per m³ 0·3 m³ rohes Holz und 1·3 Tagschichten.

5. Die Herstellung der Schußtenne g, beziehungsweise die Abdielung der Abschußwehr, 35 m lang, 3·2 m breit, gleich 112 m², erfordert an

Material:

10	Baustämme à 1 fm³ zu Polsterholz =	10·0 fm³
55	Baustämme à 0·4 zu Dielen =	22·0 „
	zusammen	32·0 fm³

800 Stück Dielnägel = 120 kg.

Arbeit:

150 m Bauholz auf zwei Seiten behauen à 0·05 Tagschicht = . .	7·5 Tagschichten
150 m Polsterholz legen und festnageln à 0·08 Tagschicht = . . .	12·0 „
640 m Dielen legen und jede Diele viermal nageln à 0·06 Tagschicht = ...	38·4 „
zusammen	57·9 Tagschichten

oder per m² 0·28 fm³ und 0·51 Tagschicht.

6. Das Sandgitter (Spiegel) im Ausmaße von 425 m² herstellen, erfordert an

Material:

7 Baumstämme (Lärchen) à 1·5 fm³ zu den 4 Rostbäumen = .	10·50 fm³
6 Baustämme à 1·5 fm³ zu 36 Rostbaumpfählen b = ...	9·00 „
12 Baustämme à 1 fm³ zu den 12 Polstern c = ...	12·00 „
20 Baustämme zu Trägern und Deckbäumen h und l	20·00 „
128 Baustämme zu 1536 m Gitterbäumen à 0·4 fm³ = ...	51·20 „
zusammen	102·70 „

280 Bretter, 300 kg Eisentheile zu den Pilotenschuhen, Klammern und Nägeln, 35 kg Scharnägel.

Arbeit:

234 m Bauholz vierkantig bezimmern à 0·12 Tagschicht = . . .	28·08 Tagschichten
180 m Bauholz, zweiseitiges Polsterholz, à 0·05 Tagschicht = .	9·00 „
300 m Bauholz zu den Deckbäumen und Trägern vierkantig behauen, à 0·1 Tagschicht = ...	30·00 „
1536 Gitterbäume vierkantig bezimmern à 0·08 Tagschicht = . . .	122·88 „
2000 Stück hölzerne Gitternägel anfertigen à 0·02 Tagschicht = .	40·00 „
36 Stück Rostbaumpfähle herrichten und mit dem Schlagwerk 1 m tief einschlagen à 2·5 Tagschichten = ...	90·00 „
4 Rostbäume auf die Grundpfähle aufzapfen und verklammern, 130 m à 0·4 Tagschicht = ...	52·00 „
12 Polsterbäume einlegen und bei den Wänden verzimmern, 180 m à 0·1 Tagschicht = ...	18·00 „
280 Stück oder 425·25 m Bretter säumen, legen und auf das Polsterholz vernageln à 0·1 Tagschicht = ...	42·52 „
20 Träger und Deckbäume = 300 m verzimmern und abbinden à 0·18 Tagschicht = ...	54·00 „
1536 Längenmeter Gitterbaum verschneiden, verzimmern und festigen à 0·12 Tagschicht = ...	184·32 „
zusammen	670·80 „

oder per m² 0·24 fm³ rohes Holz und 1·57 Tagschicht.

Das Gesammterforderniß berechnet sich somit per m² Sandgitter einschließlich weiterer 50 Tagschichten für Beischaffung der Schlagmaschine, Beistellung der Werkzeuge u. s. w. auf 0·6 fm³ rohes Holz und 3·2 Tagschichten.

Ein zweites Sandgitter hatte pro m² erfordert:

0·50 fm³ rohes Holz,

0·94 Stück 6 m lange und 80 mm starke Bohlen,

5·88 Stück eiserne Nägel à 0·6 kg schwer,
0·35 Pilotenschuhe à 0·30 kg schwer,
0·15 „ à 2·00 „ „
0·12 „ à 0·75 „ „ und
3·32 Tagschichten an Arbeitsaufwand.

§. 261. Der Drahtseilfangrechen. *

Die Fig. 196 stellt die Ansicht eines Drahtseilrechens, dann den Grundriß und die Seitenansicht eines Pfeilers dar. Ein Triftrechen von dieser Construction ist von der österreichischen Staatsbahngesellschaft auf der Domäne Orawicza im Jahre 1872 mit einem Fassungsraume von 500 m³ Holz erbaut worden. Die gesammte Anlage besteht aus 7 Pfeilern, die in Entfernungen von circa 10 m aufgestellt sind. Diese dienen den drei Drahtseilen für die Verspindelung und dem Rechensteg als Träger. Die Pfeiler sind in der Form eines dreiseitigen Prisma aus 14 Pfählen, einer Bohlenverschalung und aus einer Steinfüllung gebildet. Die Pfähle haben eine Stärke von 20—26 cm, eine Länge von 4—5 m und besteht andererseits die Verschalung aus 40 mm dicken Lärchenbrettern. Die Spindeln sind 5—8 cm stark und in Entfernungen von 48 cm mittelst Waldreben oder Wieden an die Drahtseile befestigt. Der Fangrechen hatte drei und die als Abweisrechen fungirende Fortsetzung des Rechens zwei Drahtseile als Spindelträger. Das unterste Drahtseil war noch überdies an Zwischenpfähle befestigt. Vor der Verspindelung war noch obendrein ein Schwimmer angebracht.

Das Materialerforderniß war für einen Pfeiler:

14 Piloten aus Eichenholz 20—26 cm stark und 4—5 m lang, 12 Lärchenbretter, 40 mm stark und 2·5 m lang, und 80 Stück Nägel, während das Arbeitserforderniß mit circa 21 Tagschichten veranschlagt werden kann. An Drahtseilen waren 280 m erforderlich.

Das Befestigen der Seile und der 224 Spindeln erforderte 66 Tagschichten, die Herstellung der Laufbrücke 20 Tagschichten und das Anlegen des Schwimmers 30 Tagschichten. Die verhältnißmäßig geringe Standfestigkeit dieses Rechens ist wohl zunächst auf den leichten Bau der Pfeiler zurückzuführen. In Verbindung mit soliden Rechenpfeilern ist die Verwendung entsprechend starker Drahtseile bei dem Baue leichterer Fanggebäude sowohl vom technischen, als auch vom finanziellen Standpunkte aus zu empfehlen, wenn auch gegenwärtig über die Kosten und die Dauer solcher Anlagen noch wenige Erfahrungen vorliegen.

§. 262. Arbeitsaufwand bei den unterschiedlichen Rechenbauten.

1. Der Aufwand für das Bezimmern der unterschiedlichen Hölzer, dann jener für das Herstellen und Einrammen der Grundpfähle bei der Ausführung des Fundamentes kann nach den Tabellen XXII und XLIV veranschlagt werden.

2. Die Herstellung eines 32 m langen Rechenstückes nach der Construction in Fig. 171 erfordert an Material und Arbeit:

* „Das Forstwesen auf der Wiener Weltausstellung 1873."

Material:

80	Baustämme à 1 fm³, und zwar 128 m zu der Wasserwand A, 512 m zu den Mittel- und Rückwänden c, d, e, zu den Zangen f und b', 64 m zum Deckenbaum b, 96 m zu den Polsterbäumen a', 90 m zu den Spannbäumen d', 192 m zu den Stegbäumen p und 32 m zu den Brustbäumen q mit . .	80·00	fm³
1	Baustamm à 0·70 fm³ zu dem 16 m langen Eisbaume c' . .	0·70	„
2	Baustämme à 1·5 fm³ zu den 32 m langen Spindelbäumen o	3·00	„
80	Baustämme à 0·4 fm³ zu 1280 m Schußbodendielen i	32·00	„
5	Stämme Lärchenholz à 1·5 fm³ zu 6 Jochholmen n à 4·2 m lang und zu 12 Jochpiloten m à 5 m lang	7·50	„
5	Stämme Lärchenholz à 1 fm³ zu 15 m zu den 6 Lanzenpiloten k, 42 m zu den 12 Spannlanzen l und 12 m zu den 6 Luxen r	5·00	„
550	Stück Stangen à 0·08 fm³ zu dem Schwerboden g	44·00	„
6	„ „ à 0·08 „ zu den Spindelverzugsstangen t .	0·48	„
102	Spindelstangen u, à 3·2 m lang, à 0·04 fm³	4·08	„
	zusammen . .	176·76	fm³

3 Stück Bodenladen zu den Eindachungen der Joche und Lanzenpiloten, 18 Pilotenschuhe, 560 eiserne Dielnägel, 10 Stück Eisenringe.

Arbeitsaufwand:

256 m³	Grundaushebung, 32 m lang, 8 m breit, 1 m im Mittel tief, einschließlich der Ueberführung auf 20 m Entfernung à 0·6 Tagschicht = ...	153·60	Tagschichten
	für die Bezimmerung des Bauholzes		
96 m	Lärchenholz vierkantig à 0·12 Tagschicht = ...	11·52	„
69 „	„ „ à 0·10 „ = ...	6·90	„
32 „	Fichtenholz dreiseitig à 0·10 „ = ...	3·20	„
602 „	„ „ à 0·08 „ = ...	48·16	„
16 „	„ „ à 0·05 „ = ...	0·80	Tagschicht
500	Stück Wehrnägel anfertigen à 0·02 „ = ...	10·00	Tagschichten
	das Vorzimmern und Legen von 512 + 128 Längenmeter Bauholz zur Wasser-, Mittel- und Rückwand einschließlich der Zangenhölzer à 0·20 Tagschicht = ...	128·00	„
550	Schwerbodenstangen g legen à 0·005 Tagschicht = ...	2·75	„
100 m³	Bachsteine sammeln und damit die Kästen des Grundbaues ausfüllen à 0·6 Tagschicht = ...	60·00	„
12	Stück Jochpiloten m spitzen und anschuhen, sodann mittelst eines Schlagwerkes 2 m tief mit Rücksicht auf die erforderliche hohe Rüstung à 4 Tagschichten = ...	48·00	„
6	Längenpiloten k à 2 Tagschichten = ...	12·00	„
6	Joche n auf die Jochpiloten aufsetzen à 2 Tagschichten = . .	12·00	„
12	Spannlanzen e herrichten, einarbeiten und festigen à 0·5 Tagschicht = ...	6·00	„
	Fürtrag . .	502·93	Tagschichten

Uebertrag . .	502·93	Tagschichten
die 64 m Deckenbäume legen und mit der Wasserwand verbinden und in den ersteren einen Falz für das Einlegen der Dielung i herstellen à 0·25 Tagschicht = ...	16·00	„
90 m Spannbäume d' legen à 0·12 Tagschicht = ...	10·80	„
16 m Eisbäume e' auflegen und festigen à 0·06 Tagschicht =	0·96	Tagschicht
1280 m Schußbodendielen i (160 Stück) verschneiden, zurichten und an die 3 Polster befestigen à 0·06 Tagschicht = ...	76·80	Tagschichten
32 m Spindelbäume o bohren, die hölzernen Spindelnägel und Ringe einsetzen, dann aufziehen und festlagern à 0·08 Tagschicht = ...	6·40	„
192 m Stegbäume p legen und befestigen à 0·08 Tagschicht =	15·36	„
32 m Brustbäume q à 0·08 Tagschicht = ...	2·56	„
6 Stück Stegluxen r herstellen und aufnageln, dann die Joche und Lanzenpiloten eindecken	10·00	„
102 „ Spindelstangen herrichten und einstellen à 0·03 Tagschicht = ...	3·06	„
Beistellung der Gerüsthölzer, Schlagmaschinen und Werkzeuge . . .	50·00	„
zusammen . .	694·87	Tagschichten

oder per laufenden Meter 5·52 fm³ rohes Holz und 21·71 Tagschichten.

3. Die Herstellung einer 12 m langen und 1·25 m hohen Wasserwand A (Fig. 171) erfordert an Material und Arbeit:

5 Baustämme à 1 fm³	5·0 fm³
das dreiseitige Bezimmern von 60 m Bauholz à 0·08 Tagschicht	4·8 „
die Wand herstellen, beziehungsweise die 60 m Zimmerholz einlegen à 0·08 Tagschicht	4·8 „

4 kg eiserne Dielnägel.

Daher Erforderniß per laufenden Meter 0·42 fm³ rohes Holz und 0·8 Tagschicht.

4. Die Herstellung eines großen Rechenhebethores 4·4 m hoch, 1·9 m breit mit einer 2 m hohen Füllung, 5 Quersprossen in Abständen von 27 cm und einer mittleren Rippe erfordert an

Material:

36 m geschnittene Staffel aus Lärchenholz, 15 cm breit und 13 cm dick,

15 Längenmeter 40—50 mm dicke Bretter, dann

6 Stück Frictionsräder mit 6 Stück Zapfen, 5 Stück eiserne Ringe, 2 Klammern und 32 Nägeln, zusammen 18 kg Eisenbestandtheile.

Arbeit:

Die 36 m Staffel hobeln, verzimmern, die Frictionsräder einstemmen, sämmtliches Eisenzeug befestigen inclusive der Herstellung der Verschalung erfordert 8 Tagschichten.

5. Ein kleines Hebethor, 2·25 m hoch, 1·27 m breit, mit einer 1 m hohen Füllung und 2 Querhölzern ohne Mittelrippe herstellen erfordert:

12 m Lärchenstaffeln, 10 cm breit und 8 cm dick, ein 6 m langes, 40 cm starkes Brett, 4 eiserne Ringe, 2 Klammern und Nägel, zusammen 3 kg Eisenbestandtheile, während die Herstellung mit 2 Tagschichten bemessen werden kann.

6. Ein Hebethor für ein Fehlwasserfluder bei Wasserriesen, die aus einem Rechenhofe führen, 1·4 m hoch, 1 m breit, mit einem Querholze und einer 0·75 m hohen Verschalung erfordert 4·5 m Lärchenstaffelholz, 8 cm breit und 8 cm dick, 1½ Stück 2 m lange, 20—25 mm starke Bretter, 4 Eisenringe und Nägel, zusammen 1 kg Eisenbestandtheile und 1 Tagschicht.

7. Die Herstellung eines Stangenthores B (Fig. 171) erfordert 2 Tagschichten, 5·5 Längenmeter 15 cm starkes und 15 cm breites Lärchenstaffelholz, 2 Stücke 20—25 mm starke dicke Bretter, 3 eiserne Ringe, 1 Eisenschiene und Nägel, zusammen 3 kg Eisenbestandtheile.

8. Die Herstellung eines Hebethores nach den in Fig. 190 dargestellten Formen und Dimensionen erfordert an Material und Arbeit:

2 Stück	eichene Spundsäulen à 4·9 m lang, 29/29 cm stark mit der Herstellung eines 14 cm breiten Falzes, die Säulen circa 80 m weit zubringen, behauen, aufstellen, mit je zwei Schrauben befestigen und die Grundlageraufsatzfaschen annageln	9·0 Tagschichten
2 „	eichene Futterhölzer (Strebesäulen) à 4 m lang, 24/24 cm stark, behauen, zubringen, aufstellen und befestigen	5·0 „
2 „	Spundzusätze aus Lärchenholz à 4·1 m lang, 13/15 cm stark, behauen und auf die Spundsäulen aufsetzen	1·5 „
2 „	Deckbretter à 3 m lang, 50 mm stark, säumen, zutragen und aufnageln	0·8 Tagschicht
8 „	Schrauben mit Muttern à 0·4 m lang, 20 mm stark, einschließlich des Versenkens in das Quaderwerk	2·4 Tagschichten
	6 Siebnerbodennägel.	
1	Reitlbaum 3·7 m lang, 32/32 cm stark, behauen, zubringen, aufziehen und das Sperrreitel aufnageln	2·5 „
2	Thorschießer à 2·7 m lang, 14/18 cm stark, behauen, an beiden Enden mit Eisenringen versehen, die vier Lager für die Gleitrollen einarbeiten, sammt Herstellung der erforderlichen Schraubenlöcher	2·4 „
	4 Rollen sammt Schuh aus Gußeisen.	
	4 winkelige Ringe 12 und 16 cm weit, 2 cm breit und 5 mm dick.	
1	Thorriegel 2·7 m lang, 10/15 cm bezimmern, mit drei Schrauben befestigen	0·6 Tagschicht
8	je 2·8 m lange, 32/38 cm breite, 9 cm dicke Bohlen säumen, spunden und auf die Thorschießer (Thorsäulen) mit Schrauben befestigen, deren Kopf und Mutter zu versenken ist	6·0 Tagschichten
	19 eiserne Schrauben je 23 cm lang, 1 cm dick, mit Kopf und Mutter.	
2	Kettenfaschen à 1·5 m lang, 8 cm breit und 5 mm dick, mittelst 8 Schrauben befestigen	0·5 Tagschicht
	Fürtrag . .	30·7 Tagschichten

Uebertrag . .	30·7	Tagschichten
1 Kettengrindel aus Lärchenholz, 2·25 m lang, 24 cm dick (rund), an den Enden konisch behauen, hobeln, Zapfen anarbeiten, Zahnring aufkeilen und an den Enden mit Eisenringen beschlagen	5·0	„
6 eiserne Ringe 17 cm im Durchmesser.		
2 gußeiserne Flügelzapfen.		
2 Ketten je 2·3 m lang mit 7 mm dicken Gliedern, Umlaufer und Schraubennarben mit Mutter für das Einhängen	0·5	Tagschicht
1 gußeiserner Zapfenring.		
1 Sperrreitl mit Aufsatz aus Schmiedeeisen.		
2 gußeisernen Zapfenlagern, Aufsätze mit schmiedeisernem Keil und ausgedrehten Lagern.		
6 Faschen (Eisenschienen) à 0·6 m lang, mit Schraubengewinde und Mutter.		
1 Schlüssel oder Pelikan, Stange 2 m lang, im Mittel 10 cm stark, behauen, hobeln, mit den Eisentheilen beschlagen	1·4	
2 Ringe, 2 Gabeln, 1 Schlüssel, 3 Schrauben und 2 eiserne Schienen, 4 m lang, 10 cm breit und 3 mm dick, als Laufbahn für die Rollen des Thores.		
Gesammtaufwand	37·6	Tagschichten

9. 1 m³ gefügte, gespundete und gehobelte Verschalung aus weichen Bohlen für Wehrbauten, Wassergerinne, Durchlässe herstellen erfordert:

7—10 Nägel und 3·75 m lange, 30 cm breite Bohlen und an Arbeitsaufwand

bei 50 mm Bohlenstärke	0·27	Tagschicht	
„ 65 „ „	0·28	„	
„ 80 „ „	0·31	„	
„ 90 „ „	0·33	„	
„ 95 „ „	0·34	„	
„ 100 „ „	0·35	„	

V. Capitel: Allgemeines über Bauvorkehrungen und Fundirungen bei den unterschiedlichen Wasserbauten.

§. 263. Vorkehrungen für die Ableitung des Wassers von der Baustelle.

Die zur Trockenlegung nothwendigen Vorkehrungen heißen „Fangdämme", auch „Versatz" und haben den Zweck, eine bestimmte Baufläche bei Wasserbauten trocken zu erhalten, d. h. sie sollen den Zutritt der Tagwässer in den von ihnen umschlossenen Raum verhüten. Die Herstellung von Fangdämmen gehört somit zu den ersten Vorkehrungen, wenn es sich darum handelt, einen Baugrund innerhalb eines Wasserlaufes gegen den Zutritt des Wassers abzuschließen, um gewisse Fundirungsarbeiten, beispielsweise das Legen eines Rostes, die Herstellung einer Betonirung u. s. w. unbehindert ausführen zu können.

Bei Klausbauten und selbst bei manchen Uferschutzherstellungen wird es in de meisten Fällen möglich sein, das Wasser mittelst eines Holzgerinnes abzuleiten oder das-

selbe durch einen einfachen Erd- oder Kiesdamm* von der Baustelle fernzuhalten. Dagegen wird bei dem Baue von Rechen und Brückenpfeilern, wenn diese in den Stromstrich gestellt werden müssen, die Anlage fester und sicherer Fangdämme nicht zu umgehen sein. Die Fangdämme müssen einerseits möglichst wasserdicht, andererseits wieder so fest hergestellt werden, daß sie dem Wasserdrucke einen genügenden Widerstand entgegenzusetzen vermögen.

Unter den vielfachen diesfälligen Constructionen unterscheiden wir zwei hervortretende Formen, und zwar:

a) den einfachen Fangdamm und
b) den Kastenfangdamm.

Der einfache Versatz oder Fangdamm wird gewöhnlich bis zu einer Wassertiefe von 1·5 m verwendet und dürfte somit für die meisten forstlichen Wasserbauten genügen. Derselbe wird in der Weise hergestellt, daß man in einem entsprechenden Umkreise um den Bauplatz herum zugespitzte Pfähle a (Fig. 197) in Entfernungen von 1—1·5 m in den Boden möglichst fest einschlägt, die sodann an ihrer Krone durch einen Querbalken, d. h. durch einen aufgezapften Holm b untereinander verbunden werden. Behufs einer weiteren Festigung erhalten die Pfähle mitunter noch schräg gestellte Streben c oder man schlägt die Pfähle d schief gegen die Wasserseite ein, ein Mittel, das aber seltener angewendet wird, weil zum schiefen Einschlagen der Pfähle eine sogenannte Stützramme erforderlich ist, die bei den gewöhnlichen forstlichen Wasserbauten nicht immer zur Verfügung steht.

An den Holm werden nun in schräger Richtung 40—50 mm dicke Bretter e in zweifachen sich überdeckenden Lagen derart angelegt, daß sie noch 50—60 cm tief in den Boden hineinreichen. Auf diese Bretter kommt sodann auf der dem Wasser zugekehrten Seite noch eine hinreichend starke, festgeschlagene Schichte f einer möglichst bindigen Erdart und in Ermanglung einer solchen findet selbst gewöhnliches Bachgeschiebe Verwendung, nur muß in dem Falle die Schichte stärker gehalten sein. Bei einem minder wichtigen Bau und einer geringeren Wassertiefe, z. B. bei Uferschutzbauten, wo eine Ableitung des Wassers unthunlich ist, werden entweder an die verstrebten Pfähle Bretter und zwar auf ihre schmale Kante (Fig. 197) g gestellt oder es können anstatt der kostspieligen Bohlen e einfache Stangen auf den Holm gelegt werden, die dann mit Faschinen und einer bindigen Erde bis zur genügenden Stärke überdeckt werden.

Uebersteigt die Wassertiefe 1·5 m, so sind zwei parallele Pfahlreihen h (Fig. 197) zu schlagen und beide wie bei den einfachen Fangdämmen untereinander mittelst der Holme i zu verbinden, während wieder die zwei Pfahlreihen durch die Querhölzer oder Zangen k, die man in Entfernungen von 2—2·5 m auf die Holme aufplattet, zusammengehalten werden. Die innere lichte Entfernung der zwei Pfahlreihen wird bis zu einer Wassertiefe von 2 m gleich der Wasserhöhe angenommen, während die Pfähle in der Reihe von einander in Abständen von 1·25—1·5 m zu stellen sind. An die Innenseite des Kastens werden 50—60 mm starke Bretter l in doppelter Reihe derart vertical aufgestellt und an die Holme angelegt, daß die obere Lage die Stoßfugen der unteren überdeckt und die Bretter noch 50—60 cm tief in den Boden hineinreichen. Der Raum zwischen den zwei parallelen Holzwänden wird mit möglichst bindiger Erde ausgefüllt

* In einem ruhigen Wasser, dessen Tiefe einen Meter nicht überschreitet und dessen Grund eine mäßige Festigkeit besitzt, genügt eine Lehmschlagaufdämmung, die aber bis auf die festere Bodenschichte in den Grund hinabgeführt werden muß.

und diese thunlichst festgestampft.* Diese Art von Versatz bezeichnet man den Kastenfangdamm, der bei größeren Wassertiefen aus drei und noch mehr Pfahlreihen, beziehungsweise Holzwänden zusammengesetzt wird, während derselbe bei minder wichtigen Bauten nach der Form m (Fig. 197) hergestellt werden kann.

§. 264. Arbeitsaufwand bei dem Herstellen und Abtragen eines Fangdammes.

1. Die Herstellung eines 15 m langen, 1 m hohen einfachen Versatzes aus vertical gestellten Pfählen mit Bohlenverkleidung in Form der Fig. 197 A erfordert an

Material:

2 Stück Baumstämme à 0·5 fm³ zu den 12 Piloten = 1·0 fm³,
13 Stück 5 m lange 25 cm breite und 50—80 cm dicke Bohlen,
12 Stück eiserne Pilotenschuhe à 1·7 kg schwer.

Arbeit:

12 Stück	2—2·3 m lange Rundpfähle spitzen, beschuhen und mit dem Handschlägel oder der Handramme einschlagen sammt der erforderlichen Gerüstung	12·00 Tagschichten
13 „	Bohlen anlegen, mit Holznägeln befestigen	1·00 Tagschicht
8—10 m³	Erd-, Lehm- oder Schuttandämmung herstellen	5·00 Tagschichten
	zusammen . .	18·00 Tagschichten

oder per laufenden Meter 1·2 Tagschichten, 0·07 m³ rohes Holz, $^6/_7$ Stück Bohlen und 1·36 kg Eisen.

Im Falle als eine weitere Versteifung der Pfähle durch Streben sich als nothwendig erweisen sollte, ist der vorstehende Aufwand um einen halben Baustamm gleich 0·25 fm³ zu 3 Streben à 2·3 m lang und um 2 Tagschichten zu erhöhen. Der laufende Meter erfordert dann 1·33 Tagschichten, 0·08—0·06 fm³ rohes Holz, $^6/_7$ Stück Bohlen und 1·36 kg Eisen.

Eine Beschuhung der Piloten ist nur in einem sehr steinigen Boden erforderlich. Das Abtragen eines derartigen einfachen Versatzes kann mit 0·1—0·3 Tagschicht per laufenden Meter bemessen werden.

2. Die Herstellung eines 15 m langen Fangdammes nach Form Fig. 197 B erfordert bei einer Höhe von 1·5 m an

Material:

10—12·5 Stück $2^1/_2$—3 lange Pfähle,
100 Stück 2 m lange, 40—50 mm starke Bohlen,
2—$2^1/_2$ Baustämme à 0·8 fm³, daher 1·6—2·0 fm³ zu den Pfählen und einen Baustamm oder 0·8 fm³ für den Holm.

Arbeitsaufwand:

Das Einschlagen der Pfähle in Entfernungen von 1·2—1·5 m erfordert sammt Herrichten und Anzapfen auf den Holm

---

* Die Erfahrung hat gelehrt, daß eine 0·6—1·5 m dicke Lehmschlagschichte vollkommen zureiche, um einen Kastenfangdamm wasserdicht zu machen.

in leichtem Boden	9·60	Tagschichten
„ mittelfestem Boden	12·00	„
„ festem Boden	16·00	„

das Zuschaffen der Pfähle auf ganz kurze Entfernung, das Zurichten und Aufstellen . . . . . 2·00— 2·50 „

Das Einschlagen der Bohlen erfordert per m² bei einer Einschlagtiefe von 50 cm

in leichtem Boden	14·25	Tagschichten
„ mittelfestem Boden	18·80	„
„ festem Boden	24·00	„

Ein laufender Meter Fangdamm von vorstehender Beschaffenheit erfordert demnach

in leichtem Boden	1·74	Tagschichten
„ mittelfestem Boden	2·20	„
„ festem Boden	2·80	„

Das Abtragen eines solchen Abschlußdammes berechnet sich per Meter

in leichtem Boden	0·43— 0·58	Tagschicht
„ mittelfestem Boden	0·55— 0·73	„
„ festem Boden	0·70— 0·93	„

3. Die Herstellung eines 15 m langen, 1 m hohen, 0·8 m breiten Fangdammes mit einer einfachen inneren Bohlenverkleidung nach Form Fig. 197 C erfordert an

Material:

3½ Baumstämme à 0·6 fm³ zu 20 Stück Pfählen,
26 Stück 5 m lange, 50—80 mm starke und 25 cm breite Bohlen,
20 Stück eiserne Pilotenschuhe à 1·7 kg schwer.

Arbeit:

20 Stück 2·2 m lange Piloten in zwei Reihen mit der Handramme einschlagen, einschließlich des Zubringens, Spitzens und Beschuhens derselben	25·00	Tagschichten
Das Anlegen und Befestigen der Bohlen	2·00	„
14 m³ Ausfüllmaterial sammeln, in den Kasten einfüllen, wobei eine Materialzufuhr von 40 m im Mittel vorausgesetzt wird	8·00	„
zusammen	35·00	Tagschichten

oder per laufenden Meter 2·33 Tagschichten, 0·14 fm³ rohes Holz, 1¾ Stück Bohlen und 2·27 kg Eisen.

4. Die Herstellung eines 15 m langen, 2 m hohen und 1—1·5 m breiten kastenförmigen Fangdammes mit Holmhölzern und Querzangen nach Form D (Fig. 197) erfordert an

Material:

6½ Baustämme à 0·8 fm³ zu den 20 Stück Piloten,
3 Baumstämme à 1·0 fm³ zu den Jochholmen und 6 Zangen à 2 m lang,
200 Stück 2·5 m lange, 50 mm dicke und 25 cm breite Bohlen,
20 Stück eiserne Pilotenschuhe à 3 kg schwer.

Arbeit:

20 Stück 4 m lange Pfähle spitzen, beschuhen, auf kurze Entfernungen beitragen und mit der Handramme einschlagen erfordert sammt Gerüstung	55·00	Tagschichten
Das Einschlagen der Bohlen erfordert bei einer Einschlagtiefe von 0·5 m einen Aufwand		
in leichtem Boden von	14·00	„
„ mittelfestem Boden von	18·00	„
„ festem Boden von	24·00	„
30 m Jochholme und 6 Zangenhölzer zweiseitig bezimmern, die Holme lochen und auf die Pfähle aufzapfen, die Zangenhölzer auf die Holme aufplatten und mit Holznägeln befestigen	10·00	„
36 m³ Ausfüllungsmaterial gewinnen, auf circa 40 m Weite zuführen und in die Kästen einfüllen	20·00	„
Der laufende Meter erfordert somit an Arbeitsaufwand		
in leichtem Boden	6·60	„
„ mittelfestem Boden	6·80	„
„ festem Boden	6·40	„

und 0·55 fm³ rohes Holz, 13 1/3 Stück 2·5 m lange Bohlen und 4 kg Eisen.

Sollten dagegen zur größeren Sicherheit die Pfähle der Innenseite noch durch Streben versteift werden, so ist der vorstehend berechnete Aufwand noch um 1 1/3 Baustämme à 0·8 fm³ und 4 Tagschichten oder der laufende Meter um 0·08 fm³ Holz und 0·26 Tagschicht zu erhöhen.

Der Aufwand des Abtragens der Fangdämme 3 und 4 wird von der Bodenbeschaffenheit, beziehungsweise von dem erforderlichen Kraftaufwande, den das Ziehen der Piloten oder Pfähle erheischt, bedingt und kann allenfalls im großen Durchschnitt per laufenden Meter bemessen werden:

in leichtem Boden mit	0·8—1·2	Tagschichten
in mittelfestem Boden mit	1·0—1·5	„
in festem Boden mit	1·5—2·0	„

§. 265. Pilotirungen.

Pilotirungen haben im Wasserbaue überhaupt eine hervorragende Bedeutung und sind im Gebiete des forstlichen Bauwesens insbesonders unentbehrlich. Bei allen Gründungen für Uferschutzbauten, Anlagen von Rechengebäuden, Schwellwerken, Thalsperren u. dgl. bilden die Pilotirungen den wichtigsten Theil des Baues und hängt von deren zweckdienlichen Ausführung vorwiegend in der Mehrzahl der Fälle die Standfestigkeit, Dauerhaftigkeit, somit auch die Brauchbarkeit der Anlage im Allgemeinen ab. Nachdem aber die Gründungen in den meisten Fällen einen hohen Arbeits- und somit Kostenaufwand erheischen, so kann in dieser Richtung durch ein unzweckmäßiges Vorgehen der Gesammtaufwand in einer nicht zu rechtfertigenden Weise namhaft erhöht werden, während im Gegensatze eine zu weit gehende Sparsamkeit zur Gefährdung des Erfolges der Anlage führen wird. Die Gründungen sind daher der wichtigste, aber auch der schwierigste Theil des forstlichen Bauwesens.

Bekanntlich bezeichnen wir jene Pfähle, die mit ihrer ganzen Länge im Boden stehen, als Grundpfähle zum Unterschiede von Langpfählen, wobei ein Theil des Pfahles über den Boden emporragt, wie beispielsweise bei Holzrechen, Fangdämmen u. s. w. Pfähle, die zur Verwendung im leichteren Boden, beziehungsweise im steinfreien Grunde und für geringe Einschlagtiefen bestimmt sind, werden am Fuße oder am unteren Ende in der Form einer vierseitigen Pyramide, deren Höhe die $1\frac{1}{2}$—2fache Stärke des Pfahles betragen soll, zugespitzt, wobei aber gleichzeitig die äußere Spitze etwas abgestumpft wird.

Müssen die Pfähle dagegen in einem strengen, festen oder sehr steinigen Boden eingerammt werden, so ist die Pfahlspitze mit einem 5—6 kg schweren schmiedeisernen Schuh zu beschlagen. Der Pilotenschuh besteht gewöhnlich aus einer vollen pyramidenförmigen Spitze mit vier Seitenlappen, welche an die vier Seiten des kantig zugespitzten Pfahles mittelst Nägeln entsprechend befestigt werden. Zu Piloten eignen sich Eichen, Kiefern und Lärchen und dürfen in Ermanglung dieser auch Tannen, selbst Fichten verwendet werden. Freilich sind Eichen schwer in den erforderlichen geraden Stücken zu erlangen. Bei den Gründungen zu den gewöhnlichen forstlichen Bauten werden vorwiegend Lärchen und Kiefern, und zwar mit Vortheil verwendet, und aus Baustämmen mit dem durchschnittlichen Massengehalte von 0·8—1·0 fm^3 ausgeschnitten.

Eichenholz empfiehlt sich für Pfähle, die der wechselnden Einwirkung des Wassers und der Luft ausgesetzt sind, während beispielsweise Buchenholz nur zu Grund- oder Spundpfählen verwendbar ist. Frisch gefälltes Holz ist dem trockenen vorzuziehen, namentlich sind Pfähle aus Buchenholz nur im frisch geschlagenen Zustande zu erzeugen, beziehungsweise zu verwenden. Das frische Holz ist bekanntermeise zäher und wird daher beim Einrammen der daraus erzeugten Pfähle nicht so leicht gespalten als das trockene und spröde Holz.

Hölzer, die in einer hohen und trockenen Lage erwachsen sind, eignen sich zu Piloten besser, als jene aus Niederungen oder nassen und sumpfigen Standorten. Dabei sollen die Hölzer möglichst gleichfaserig sein, weil sie sonst beim Einrammen sehr federn und somit Seitenschwankungen ausgesetzt sind, wodurch leicht ein unregelmäßiges und schiefes Eindringen der Pfähle in den Boden eintreten würde, ein Umstand, der auch auf den Arbeitsaufwand beim Einrammen ungünstig einwirken muß.

Reicht der verfügbare Grundpfahl mit Rücksicht auf seine Längendimension nicht zu, so wird er in der Weise verlängert, daß ein zweites gleich starkes Stammstück auf den in einer ebenen Fläche abgeschnittenen Kopf des eingetriebenen Pfahles stumpf aufgesetzt wird. Beide Pfähle verbindet man sodann an der Aufsatzstelle durch vier eiserne Schienen, welche noch überdies an beiden Enden Krümmen haben, mittelst Nägel untereinander. Um ein Aufspalten der Pfähle in Folge des Einschlagens mit dem Rammbären zu verhüten, wird der Kopf der Pilote etwas abgekantet und mit einem heiß aufgetriebenen, 25 mm starken und 60 mm hohen Eisenring umgeben, der nach erfolgtem Einschlagen entfernt wird.

Um nun einerseits den Arbeits- und Kostenaufwand bei Pilotirungen nicht in ungerechtfertigter Weise zu erhöhen, während andererseits doch der nothwendige Grad von Sicherheit für das darauf zu stellende Object erzielt werden soll, d. h. um finanzielle und technische Fehler zu vermeiden, müssen Piloten, Grund- oder Langpfähle:

a) in zureichender Stärke,

b) in genügender Anzahl und

c) in einer den Bodenverhältnissen entsprechenden Einschlagtiefe zur Verwendung kommen.

Die Pilotenstärke wird von der Länge der Pfähle bedingt und empfiehlt diesfalls Perronet für Langpfähle von 5—6 m Länge eine mittlere Stärke von 26 cm, während für jede weitere Länge von 2 m je 3 cm an der Stärke hinzuzuschlagen sind. Grundpfähle dagegen können etwas schwächer gehalten werden und genügt bei einer Pfahllänge von 3—4 m eine Mittelstärke von 23 cm, die auf jede weitere Länge von je 2 m um $1^1/_2$ cm zu erhöhen ist.

Die Anzahl der Piloten und deren Einschlagtiefe wird einerseits von der zu tragenden Last oder dem Gewichte des daraufzustellenden Objectes, ferner von der Art, wie die Pfähle untereinander zu einem Ganzen verbunden sind, andererseits aber auch von der örtlichen Beschaffenheit des Grundes bestimmt. Wir müssen daher als bekannt voraussetzen das Gesammtgewicht des zu tragenden Objectes, die Stärke jener Hölzer, mittelst deren die Piloten untereinander verbunden werden, d. h. der Lang- und Querschwellen (Grundschwellen, Kronhölzer, Kappbäume, Holme 2c. 2c.), endlich die durch Versuche ermittelte Beschaffenheit oder das Tragvermögen des Bodens, worauf der Bau zur Ausführung geplant ist.

Das Gewicht des Objectes vertheilt sich gleichmäßig auf die Schwellhölzer und wird von diesen sodann auf die Piloten übertragen, so zwar, daß, nachdem ein Brechen oder selbst ein Durchbiegen der Schwellhölzer über eine gewisse Grenze hinaus vermieden werden muß, die Entfernung, in welcher die Piloten zu stellen sind, von den Stärkedimensionen derselben abhängt. Je stärker die Schwellhölzer sind, um so weiter können die Piloten von einander eingerammt werden. Mit der Zahl der erforderlichen Piloten ist gleichzeitig jene Last gegeben, welche eine jede derselben zu tragen hat und muß die Tragfähigkeit der Pfähle oder deren Einschlagtiefe jener Inanspruchnahme entsprechen.

Bedeute beispielsweise G das Gewicht des Rammbären, G′ das Gewicht des Pfahles und h die Fallhöhe des ersteren, so ist die Arbeit eines Schlages $A = \frac{G^2 \cdot h}{G + G'}$. Wenn nun der Pfahl bei den letzten m Schlägen um das Pfahlstück s oder im Mittel per Schlag um $\frac{s}{m}$ in den Boden eingedrungen ist, so ist der Widerstand gegen das weitere Eindringen oder die Tragkraft $K = \frac{G^2}{G + G'} \cdot \frac{m \cdot h}{s}$. Wenn ein 6 m langer und im Mittel 30 cm starker, frischer Tannenpfahl beispielsweise bei 30 Schlägen mit einem 400 kg schweren Rammbären mittelst der Zugramme bei einer Hubhöhe von 1·25 m nur mehr 4 cm tief in den Boden eingedrungen ist, so vermag er bei einer zehnfachen Sicherheit 15.000 kg ohne Gefährdung des darauf ruhenden Baues zu tragen.

Kreuter empfiehlt für die Berechnung des Tragvermögens eines in den Boden eingeschlagenen Pfahles die Formel

$$P = \sqrt{\left(\frac{4\,E \cdot S \cdot W \cdot h}{l} + \frac{4\,E^2 \cdot S^2 \cdot x^2}{l^2}\right)} - \frac{2\,E \cdot S \cdot x}{l},$$

worin P die größte Last in kg, welche ein Pfahl, ohne weiter zu sinken, tragen wird,

S die Querschnittpfähle des Pfahles in cm²,

l seine Länge in cm,

E den Elasticitätsmodulus in kg per cm², nach Weißbach für Holz 1500 kg per mm²,

W das Gewicht des Rammbären in kg,

h die Fallhöhe in cm und

x die Tiefe in cm bedeutet, um welche der Pfahl durch den letzten Schlag in den Boden eindrang.

G. Mayer empfiehlt dagegen für die Berechnung der Tragfähigkeit von Lang- und solchen Grundpfählen, bei welchen auf die Reibung des Bodens nur in einem geringeren Maße zu rechnen ist, in dem von Heusinger von Waldegg herausgegebenen Handbuche für Ingenieur-Wissenschaften, B. I, p. 719, die Formel:

$$L = \frac{h \cdot P^2 \cdot Q}{e\,(P + Q)^2},$$

worin L die vom Pfahle zu tragende Last, P das Gewicht des Rammbären, Q das des Pfahles, h die Fallhöhe und e das Maß bedeutet, um welches der Pfahl unter dem letzten Schlage in den Boden eingedrungen ist. Nachdem aber nicht immer der volle Stoß des Rammbären bei dem Eindringen des Pfahles zur Wirkung kommt — was aber bei dieser Formel vorausgesetzt wird — so pflegt man den Pfahl nur bis zu einem Theile, etwa ein Viertel der aus dieser Formel berechneten theoretischen Tragfähigkeit zu belasten und es ist sodann:

$$L = \frac{1}{4} \cdot \frac{h \cdot P^2 \cdot Q}{e\,(P + Q)^2} \text{ oder } e = \frac{1}{4} \frac{h \cdot P^2 \cdot Q}{L\,(P + Q)^2}.$$

Ein 6 m langer, im Mittel 30 cm starker Pfahl, der beim Einrammen mit einem 400 kg schweren Rammbären und der Hubhöhe von 1·25 m bei 30 Schlägen 4 cm tief in den Boden eindringt, hat nach der Mayer'schen Formel bei vierfacher Sicherheit eine Tragfähigkeit von 24.000 kg, bei einer zehnfachen circa 9500 kg.

Ein 2 m breiter, 3 m langer und 3 m hoher Rechenpfeiler aus Quadern mit dem Gesammtgewichte von circa 45.000 kg müßte somit bei einer zehnfachen Sicherheit und bei den im obigen Beispiele angenommenen Verhältnissen auf sechs Grundpfähle gestellt werden, vorausgesetzt, daß die auf den Piloten ruhenden Quer- und Längsschwellen des Rostes eine Stärke erhalten, daß eine Ausbiegung derselben nicht zu fürchten ist.

Die Pfähle sollen wo möglich stets so tief eingerammt werden, daß sie noch in den festen Baugrund eindringen, was aber in Fällen, wo der letztere in einer großen Tiefe liegt, mit Schwierigkeiten und großen Kosten verbunden wäre. Wir können namentlich bei den forstlichen Betriebsbauten in vielen Fällen von dieser Regel abgehen und die Pfähle bis zu jener Tiefe schlagen, wo die Reibung zwischen der Pfahloberfläche und der ihn umgebenden comprimirten Erde hinreichend groß ist, um die auf den Pfahl entfallende Last mit Sicherheit zu tragen.

Es erscheint somit bei den forstlichen Betriebsbauten, und zwar mit Rücksicht auf die Kostenbemessung sehr erwünscht, wenn mit der Untersuchung der Bodenbeschaffenheit des Baugrundes gleichzeitig Probepfähle geschlagen werden und aus der bekannten Last dann die örtlich nothwendige Einschlagtiefe ermittelt wird, über welches Ausmaß nicht hinausgegangen zu werden braucht, da bekanntermeise die Einrammungskosten mit der zunehmenden Einschlagstiefe sich namhaft steigern.

Selbstverständlich wird die ermittelte Einschlagstiefe nur eine annähernde sein, weil ja die Bodenbeschaffenheit innerhalb einer ausgedehnten Baugrundfläche sehr verschieden sein kann, so zwar, daß bei dem thatsächlichen Einrammen die Einschlagtiefen innerhalb mehr oder minder weiten Grenzen schwanken werden. Keinesfalls darf aber bei Ermittlung der annähernden Einschlagtiefe der Umstand übersehen werden, ob nicht der Baugrund

mit der Zeit in Folge örtlicher Verhältnisse (Wassereintritt u. s. w.) an Tragfähigkeit verliere, so zwar, daß die Möglichkeit eines Nachsinkens der Piloten eintreten könnte, eine Eventualität, welcher dann unter so bewandten Umständen durch die Annahme eines höheren Sicherheitsgrades vorgebeugt werden müßte.

Bei dem Schlagen der Probepfähle muß jedoch mit Vorsicht vorgegangen werden, weil es häufig vorkommen kann, daß der Pfahl auf ein Hinderniß stößt, das aus einem großen Stein oder einer Felsenschichte besteht und dann plötzlich aufruht. Ein solches Verhalten des Pfahles könnte aber leicht zu irrigen Schlüssen führen, wenn nicht der geänderte, meist dumpfe Klang bei den ferneren Schlägen den damit Vertrauten zur sofortigen richtigen Erkenntniß der Sachlage führen sollte. Ist der Stein nicht von zu großem Umfange, so wird er oder der Pfahl nach weiteren Schlägen ausweichen; tritt dieser Fall nicht ein, so muß in nächster Nähe ein neuer beschuhter Pfahl eingeschlagen werden, um auf diese Art zu ermitteln, ob das Hinderniß eine ausgedehnte Felsenschichte sei und ob dieselbe nicht allenfalls durch Anwendung eines schwereren Rammbären durchbrochen werden könne. Ist das letztere undurchführbar, so muß die Mächtigkeit der Schichte durch Bohrung erforscht werden.

Sind die Pfähle eingeschlagen, so werden sie alle auf eine bestimmte Höhe abgeschnitten, eine Manipulation, die oft tief unter dem Wasserspiegel vorgenommen werden muß. Zu diesem Zwecke bedient man sich der Grund- oder Pilotensäge mit langem Sägeblatt oder einer solchen mit einer Kreissegmentsäge. Die erstere gestattet den Schnitt nur bis zu einer Tiefe von 1·8—2·0 m unter dem Wasserspiegel, während mit der letzteren Pfähle auch in noch größerer Tiefe abgeschnitten werden können. Die Pilotensäge * mit langem Sägeblatt besteht aus einem circa 2 m im Lichten hohen rechteckigen Holzrahmen, dessen unterste Kante durch das stramm eingespannte Sägeblatt gebildet wird. Innerhalb dieses Rahmens ist parallel zum Sägeblatt ein nach auf- und abwärts verschiebbarer Sägearm. Die beiden verticalen Rahmenbestandtheile erhalten Oeffnungen, durch die ein Bolzen gesteckt werden kann, der gleichzeitig auch durch den Sägearm hindurchführt und diesen somit an den Rahmen befestigt. Mittelst jener Oeffnungen kann nun der Sägearm und damit das Sägeblatt auf die erforderliche Tiefe bis circa 2 m gestellt werden.

Dieser Rahmen oder das Sägegerüst ruht mit dem Sägearm, der beiderseits über den Rahmen entsprechend weit hervorragt, auf zwei länglichen Rollen, die auf einem Gerüste befestigt sind, das gleichzeitig den Arbeitern den erforderlichen Standraum gewährt. Der Sägearm hat an seinen beiden Enden entsprechende Handhaben, mittelst deren ihn die Arbeiter und damit die Säge selbst hin- und herbewegen können.

Eine Pilotensäge mit einem kreisförmigen Sägeblatt ist in Fig. 198 dargestellt und besteht im Wesentlichen aus folgenden Bestandtheilen:

a sind gewöhnliche Holzböcke, deren Höhe sich nach dem Wasserstande richtet; b ist ein Bretterüberlag, auf dem die Sägevorrichtung steht und die gleichzeitig der Arbeitermannschaft als Standplatz dient; c ist das Untergestelle der Säge, welches vorne zwei Schrauben hat, mittelst deren es an die abzuschneidende Pilote befestigt wird; d ist der auf Rollen bewegliche Wagen mit der Säge e. Diese selbst ist ein halbkreisförmiges Sägeblatt mit einer eisernen Führungsstange und einem hölzernen Rade, mit welch letzterem die Säge bewegt wird. Die Führungsstange ist nach auf- und abwärts

* Die Abbildung einer solchen enthält Schubert's Werk: „Weg- und Brückenbau."

beweglich und gestattet somit das Einstellen des Sägeblattes zu der erforderlichen Tiefe, während das Feststellen desselben mittelst des Keiles k bewerkstelligt wird. Zur Bedienung dieser Säge gehören drei Mann, wovon ihrer zwei die Säge bewegen, während der Dritte mit einer Hebestange oder eine Sapine den auf Rollen gestellten Sägewagen je nach dem Vordringen der Säge langsam vorschiebt.

Die Anfertigung einer Pilotensäge mit kreisförmigem Sägeblatt nach Fig. 198 erfordert einen Arbeitsaufwand von 24 Tagschichten und 1 fm³ Lärchenholz für die Holzbestandtheile. Das Sägeblatt, die Eisenstange, die Eisen- und Messingmontirung dürften um 50—60 fl. zu beschaffen sein.

Das Abschneiden einer Pilote einschließlich des Aufstellens der Säge erfordert im Mittel der gewöhnlichen Pfahlstärken einen Aufwand per Pilote von 0·15—0·20 Tagschicht, wenn die Abschnittfläche nicht über 50 cm unter der Wasseroberfläche liegt.

Liegt dieselbe dagegen

bis 1 m tief, dann sind 0·30 Tagschicht,
„ 1·5 m „ „ „ 0·45 „
„ 2 m „ „ „ 0·50 „

zu berechnen.* Das Abschneiden einer Pilote über Wasser kann für jeden Centimeter der Stärke mit 0·003 Tagsschicht veranschlagt werden.

Das Ausziehen der Pfähle wird durch a) Hebel oder Wuchtebäume, b) Windevorrichtungen, c) Schraubenvorrichtungen und d) durch hydrostatischen Druck bewerkstelligt. Das Ausziehen wird nothwendig, wenn Pfähle provisorischer Anlagen, fehlerhafter Stellung halber, wegen theilweiser Zerstörung oder wegen der Hindernisse, denen sie beim Einschlagen in den Boden begegnen, oder wegen Belästigung der Trift oder Schifffahrt entfernt werden müssen, wenn man nicht etwa, wie im letzteren Falle, durch ein möglichst tiefes Abschneiden derselben das nämliche Ziel erreichen sollte.

§. 266. Das Trockenlegen der Baugrube oder die hiezu erforderlichen Wasserhebevorrichtungen.

Erfordern die Fundamentarbeiten bei den unterschiedlichen Wasserbauten eine möglichst trockene Grube, so muß das von dem Fangdamme eingeschlossene Wasser oder das eingetretene Grund- oder Sickerwasser entfernt werden.

Am gewöhnlichsten erfolgt das Wasserheben

a) mittelst der Handeimer,
b) mittelst der Wasser- oder Wurfschaufel,
c) mittelst der Schwungschaufel und
d) mittelst der gewöhnlichen Saugpumpen, während Paternosterwerke, Schaufelwerke, Norien oder Kastenwerke, Schöpfräder, archimedische Wasserschnecken oder Wasserschrauben, Canalpumpen u. dgl. wohl nur bei größeren Wasserbauten in Verwendung treten dürften.

Für unsere forstlichen Wasserbauten genügen jedenfalls die unter a—d bezeichneten Methoden.

* Den Aufwand für das Abschneiden einer Pilote nach Maßgabe ihrer Stärke enthält die Tabelle XLIV.

Das Wasserheben mit Handeimern.

Gleich den gewöhnlichen Feuereimern bestehen die Handeimer aus Leder oder einem wasserdichten Stoffe und sollen mindestens 10 Liter Wasser fassen. Bis zur Höhe von 1·25 m genügt eine Arbeiterreihe, d. h. ein und derselbe Arbeiter füllt und entleert die Handeimer. Uebersteigt dagegen die Hubhöhe das obige Ausmaß, so müssen die Arbeiter in zwei Partien getheilt werden, wovon der eine Theil auf einem 1·25 m hohen Gerüste sich aufstellt, während der andere Theil im Wasser zu stehen und das Füllen und Emporheben der Eimer bis auf das Gerüste zu besorgen hat. Erfahrungsgemäß vermag ein Arbeiter in einer Minute bei der Hubhöhe von 1 m 15 Wassereimer zu 10 Liter emporzuheben, daher 1·5 Hektoliter aus der Baugrube zu entfernen.

Die Wurfschaufel

ist eine kastenförmige, mit langem Stiel versehene Schaufel, mittelst deren ein Mann bei einer Hubhöhe von 1 m aus einer Baugrube per Minute 1·75—2·0 Hektoliter herauswerfen kann.

Die Schwungschaufel.

wird aus einfachen Brettern, 68 cm lang, 42 cm unten und 34 cm oben breit und 24 cm tief, zusammengefügt und hängt mit ihrem langen Stiele in einem Bocke an einem Seile. Zu ihrer Bedienung sind drei Arbeiter erforderlich, von denen einer im Wasser steht, während die zwei anderen entweder am Ufer oder auf den Fangdämmen Aufstellung nehmen.

Der im Wasser stehende Arbeiter füllt die Schaufel, welche sodann mittelst zweier an ihr befestigten Seile emporgezogen und ausgegossen wird.

Die drei Arbeiter können bei entsprechender Uebung in der Minute die Schaufel 28mal emporheben und 6·5 Hektoliter Wasser schöpfen, vorausgesetzt, daß für die Handhabung der Schaufel genügender Raum vorhanden ist und die Hubhöhe 1 m nicht übersteigt.

Die Saugpumpen.

Wir haben Pumpen aus gebohrten Rundholzstücken und solche, die aus Bohlen gefertigt sind. Diese sind den ersteren wegen der Einfachheit ihrer Herstellung und wegen der leichteren Erhaltbarkeit im brauchbaren Zustande vorzuziehen. Mit den Pumpwerken kann das Wasser aus einer Tiefe von 7—8 m emporgehoben werden; nur darf es nicht schlammig sein, weil sich sonst das Ventil zu leicht verstopfen und die Pumpe den Dienst versagen würde. Die Bohlenpumpen sind aus 4 Brettern zusammengefügt und erhalten gewöhnlich einen Querschnitt von 16—25 cm im Quadrat. Aeußerlich werden sie in Abständen von 1·25 m mittelst schmiedeiserner Bänder umschlossen, welche bei allfälligem Schwinden der Bretter durch Schrauben nach Bedarf fester zusammengezogen werden können. Das untere Ende der Pumpe steht auf einem Holzroste und muß von einem Drahtgitter umschlossen werden, damit nicht Sand oder anderweitige unreine Stoffe in das Pumpenrohr eintreten können. Die zulässige Kolbengeschwindigkeit variirt zwischen 16—30 cm per Secunde und kann der Wasserverlust, der in Folge des nicht vollständigen Ventilverschlusses entsteht, mit 25% veranschlagt werden.

Arbeitsaufwand beim Wasserschöpfen.

Das Ausschöpfen von Wasser aus einer Baugrube erfordert bei einer Hubhöhe von 0·3—0·4 m per 100 m^3 nach Weißbach einen Arbeitsaufwand

mit	dem Wassereimer von	1·333	Tagschicht
„	der Wurfschaufel von	1·333	„
„	der Schwungschaufel von	0·555	„
„	der Pumpe von	0·476	„
„	dem Paternosterwerke von	0·555	„
„	dem Kastenwerke von	0·952	„
und „	der archimedischen Schnecke von	0·666	„

§. 267. Die Rammmaschinen und deren Anwendung.

Unter Rammmaschinen versteht man im Allgemeinen jene Vorrichtungen, mittelst deren Pfähle oder Piloten in den Boden bis zu der erforderlichen Tiefe eingeschlagen werden können. Dieselben bestehen im Wesentlichen aus einem schweren, eisenbeschlagenen Klotz oder einem durchaus eisernen Block, dem Rammbär, der mittelst der Hand oder anderweitiger verschiedener Vorkehrungen auf die entsprechende Höhe gehoben und sodann auf den einzuschlagenden Pfahl fallen gelassen wird, so zwar, daß dieser nach einer entsprechenden Anzahl von Schlägen in die erforderliche Bodentiefe eindringt.

Nach der Art, wie der Rammbär gehoben, beziehungsweise gehandhabt wird, unterscheiden wir

a) die Handramme,
b) die Zugramme,
c) die Kunstramme, während die bei großen Bauten in Anwendung kommenden Dampfkunstrammen und die Naswith'schen Rammen außer unseren Bereich fallen.

1. Die Handramme.

Für gewöhnlich hat dieselbe die Form einer achtseitigen Pyramide, ist aber mitunter auch rund (Fig. 199) oder einem abgestutzten Kegel ähnlich, wird aus Eisen oder Buchenholz (mehr oder minder stark mit Eisen beschlagen) hergestellt und hat ein Gewicht von höchstens 50 kg. An der Seite dieses Klotzes sind 4—8 Handhaben befestigt, mittelst deren die Handramme bei ihrer Verwendung durch vier Arbeiter circa 50—60 cm hoch emporgehoben werden kann.

Das Arbeiten mit der Handramme erfolgt gewöhnlich von einem Gerüste aus. Indeß findet sie mit Rücksicht auf ihren verhältnißmäßig geringen Effect nur bei kleinen Bauten Anwendung, beispielsweise beim Einschlagen kleiner und schwacher Pfähle, schwacher Spundwände, Bürsten bei Uferschutzbauten, bei Anlage von Fangdämmen u. dgl.

Eine Handramme (Fig. 199) erfordert zu ihrer Herstellung einen Klotz aus Buchen- oder Lärchenholz mit einem Massengehalte von 0·12 fm³,
eine eiserne Nadel 1·8 m lang,
5 Schienen,
5 Ringe
und 25 Tagschichten.

2. Die Zugramme.

Diese besteht in einem horizontalen Rahmen aus vier Balken, einer Vorder-, einer Hinter- und zwei Seitenschwellen, die noch durch zwei Mittelschwellen versteift werden. Auf diesem auf dem Boden oder einem Gerüste ruhenden Rahmen steht das eigentliche

Schlagwerk oder Rammgerüste, bestehend aus der senkrechten Laufruthe oder Führungssäule und vier schiefgestellten Streben, die durch Bolzen mit der Laufruthe verbunden sind. In die Grundschwellen des Rahmens sind sowohl die Streben, als auch die Führungssäule verzapft; eine der vorderen Streben ist mit Sprossen zum Hinaufsteigen versehen.

Die Führungssäule ist in dem oberen Theile etwas verstärkt und trägt in einem Ausschnitte die Lager der Rammscheibe, über welche das Rammtau führt, an dessen einem Ende der Rammbär hängt, während an dem anderen die Zugleine befestigt ist. Die Rammscheibe hat gewöhnlich einen Durchmesser von 75 cm und muß derart angebracht sein, daß der Rammbär bei seiner Bewegung durch den Läufer oder die Führungssäule in keiner Weise behindert werde. Endlich ist am Kopfe der Führungssäule ein in einem verticalen Zapfen drehbares, horizontales Querholz (der sogenannte Trietzkopf) befestigt, welches in zwei Ausschnitten hölzerne Rollen trägt. Darüber läuft nun das 3—4 cm dicke Pfahl- oder Windetau, welches mit dem einen Ende an dem einzuschlagenden Pfahl befestigt ist, während das zweite über eine an den Streben befestigte Winde führt. Dieses Seil hat den Zweck, eine stete Erhaltung des einzuschlagenden Pfahles in der nothwendig senkrechten Stellung zu ermöglichen.

Bei einer Zugramme hat der Rammbär ein Gewicht von 300—600 kg und ist bei einem quadratischen Querschnitt bis 60 cm breit und dick und 1·5—1·8 cm hoch. Die untere Fläche des Rammbären muß möglichst eben und etwas größer sein als der Querschnitt der damit einzuschlagenden Hölzer.

Besteht das Schlagwerk aus zwei parallelen und ebenfalls senkrechten Führungssäulen, zwischen denen sich der Rammbär bewegen muß, so nennt man eine derartige Zugramme eine Scherramme. In diesem Falle erhält der Rammbär hölzerne Arme, welche die Führungssäule von beiden Seiten umfassen.

Eine weitere sehr einfache Construction ist die „Stützramme", die sich einerseits sehr leicht aufstellen läßt, andererseits die Möglichkeit gewährt, die Pfähle auch schief, d. i. unter einem Winkel in den Boden schlagen zu können, ein Umstand, der bei manchen speciellen Wasserbauten von hohem Werthe ist. Bei dieser Art von Zugramme werden die zwei Führungssäulen durch eine bewegliche Strebe, die in den Boden eingedrückt werden kann, in jeder beliebigen Richtung erhalten. Wird die Stützramme auch zum Einschlagen von senkrechten Pfählen benützt, zu welchem Zwecke dann die Scheren oder Führungssäulen vertical gestellt werden müssen, so werden, um ein Umkippen zu verhüten, die Führungssäulen noch mittelst zweier Seile an eingeschlagenen Pflöcken befestigt.

Das Einrammen der Pfähle erfolgt in der Weise, daß letztere zwischen den Führungssäulen in ein eingegrabenes Loch fest und vertical eingesetzt und mit einem Seile an jene beiden befestigt werden, während der Rammbär durch eine genügende Anzahl von Arbeitern bis zu einer bestimmten Höhe (Hub- oder Fallhöhe) gehoben und dann fallen gelassen wird. Das Erforderniß an Arbeitern richtet sich nach dem Gewichte des Rammbären und rechnet man auf einen 300—400 kg schweren 18 - 24, auf einen 600 kg schweren 40 Arbeiter. Mit der Zugramme können in der Minute 5—6 Schläge geführt werden und schwankt die Hub- oder Fallhöhe des Bären zwischen 1·25—1·7 m, wobei die Leistung * eines Arbeiters mit 13—15 kg veranschlagt werden kann.

* Nach Mittheilungen von Gustav Mayer kann man die tägliche Leistung an der Zugramme zu 55.000—70.000 mkg rechnen und die Wirkung auf den Rammbären nach Abzug von 5% für Seilwiderstand und Reibung zu 52—66.000 mkg veranschlagen.

3. Die Kunstramme.*

In ihren wesentlichen Bestandtheilen ist die Kunstramme wie eine Zugramme mit zwei Führungssäulen construirt und unterscheidet sich hievon nur darin, daß der Rammbär mittelst einer Winde bis zu einer bestimmten Höhe gehoben werden kann, sich in derselben sodann selbstthätig auslöst und niederstürzt.

Der gußeiserne Rammbär hat oben eine Oese, in welche ein zangenartig geformter Haken eingreift, der so construirt ist, daß er sich bei einer bestimmten Höhe öffnet und den Bären niederstürzen läßt, während er sodann selbst nachfällt, um den Bären neuerlich zu fassen. Der Haken ist daher mit einem Fallblock verbunden und fällt in der gleichen Weise wie der Rammbär zwischen den Führungssäulen herab. Das selbstthätige Auslösen des Rammbären erfolgt entweder stets an einem und demselben Punkte, eine Einrichtung, die aber keinesfalls zweckmäßig ist, oder es kann die Fallhöhe nach Bedarf bei einem jeden Schlage ohne Schwierigkeit und Zeitverlust geändert werden.

In Fig. 200 ist eine Kunstramme oder ein Schlagwerk in einer Construction dargestellt, wie sie bei den forstlichen Wasserbauten am häufigsten angewendet wird. Auf dem aus zwei Langschwellen c und vier Querschwellen b gebildeten Gerüst stehen die zwei verticalen Führungssäulen a und die zwei Streben d, wovon eine mit Sprossen zum Hinaufsteigen versehen ist. Die zwei beweglichen Streben e dienen zur weiteren Festigung und werden nach Bedarf in den Boden fest eingesetzt. Die Rammscheibe f ruht mit ihren Lagern in den zwei Streben d und es entfällt der Trietzkopf und das Windetau, weil der Pfahl zwischen die Führungssäulen gestellt und an diese entsprechend angehängt werden kann, so zwar, daß er während des Einschlagens seine verticale Stellung unverrückt beibehalten muß. Der Rammbär g wird mittelst des an der Winde befestigten Taues h gehoben und ist gleichzeitig die Zange i, an welcher der Bär hängt, mit einem zweiten Seile verbunden, mit dessen Hilfe sodann der Bär je nach Erforderniß in jeder beliebigen Höhe ausgelöst werden kann.

Die Winde, in Fig. 203 dargestellt, besteht aus einem eisernen Trieb- oder Kammrad, aus einem Vorgelege und einer Ausrückvorrichtung, dann aus einem Sperrrade mit einem Sperrhaken, um den Rammbären nach Erforderniß in einer jeden beliebigen Höhe festhalten zu können.

Mit der Kunstramme kann ein 600 kg schwerer Rammbär mit 4 – 5 Mann 5—8 m hoch gehoben werden und erfordert ein Schlag im Mittel einen Zeitaufwand von 2—3 Minuten. Mit der gewöhnlichen Zugramme ist es schwer, Pfähle bis zu 9 m Tiefe einzurammen, während man mit der Kunstramme unter gleichen Verhältnissen und gleichem Zeitaufwande die zwei- bis dreifache Anzahl von Pfählen einzuschlagen vermag. Wenn wir die nothwendigen Pausen in Rechnung ziehen, so können in einem mittelfesten Boden und unter der Annahme einer zwölfstündigen Arbeitszeit mit der Zug- und Kunstramme nachstehende Resultate erzielt werden:

---

* Lachmeyer's „Civilingenieur", 1857, Band III, Seite 126, nimmt die tägliche Nutzleistung eines Arbeiters an der Zugramme mit 58.400 mkg, an der Kunstramme zu 116.800 mkg an, für welche Zahlen 61.100 und 150.000 mkg Bruttoleistung zu setzen sind, wenn der passive Widerstand bei der Zugramme mit 5% und bei der Kunstramme mit 28% gesetzt wird, woraus sich ergibt, daß Zugrammen nahezu dreimal so theuer als Kunstrammen arbeiten.

Erforderliche Arbeitskräfte bei der Zugramme	30 Mann,	Kunstramme	5 Mann,
Gewicht des Rammbären „ „ „	500 kg,	„	600—800 kg,
Schläge per Minute „ „ „	5—6,	„	⅛—½,
Hubhöhe „ „ „ „ „	1·2—1·5 m,	„	2—6 m,
Tagesleistung, bzw. eingedrungene Pfahllänge in Meter per Tag bei der Zugramme	10—12,	„	18-20.

Die tägliche Leistung an der Kurbel der Kunstramme erreicht 150—180.000 mkg, wovon etwa 75—80%, d. i. 110—140.000 mkg auf den Rammbären übertragen werden.

§. 268. Arbeitsaufwand bei dem Einrammen der Pfähle und Material- und Arbeitserforderniß für die Herstellung einer Kunstramme.

1. Aus Tannen-, Fichten- oder Föhrenrundholze Grundpfähle oder Piloten anarbeiten, zuspitzen, beschuhen, zur Einschlagstelle auf kurze Entfernung schaffen, aufziehen, aufstellen, zum Einrammen vorrichten, mit einem eisernen Ringe versehen, nach erfolgtem Einschlagen abschneiden und den Zapfen anarbeiten, erfordert per laufenden Meter an Arbeitsaufwand und Material bei einer Pilotenstärke von

0·10 m	0·035	Tagschicht	0·008 fm³	Rundholz
0·13 „	0·050	„	0·010 „	„
0·15 „	0·060	„	0·020 „	„
0·17 „	0·075	„	0·020 „	„
0·20 „	0·100	„	0·030 „	„
0·25 „	0·140	„	0·050 „	„
0·30 „	0·200	„	0·070 „	„
0·35 „	0·250	„	0·100 „	„
0·45 „	0·300	„	0·160 „	„

2. Aus weichem, vierkantig bearbeiteten Gehölz (Tannen, Fichten, Föhren) Grundpfähle oder Piloten wie unter 1 herstellen, erfordert an Arbeitsaufwand und Material per laufenden Meter bei der Pilotenstärke, beziehungsweise dem Querschnitte von

7/7	oder	6/8 cm²	0·030	Tagschicht	0·008 fm³	10 cm	starkes	Rundholz
9/9	„	8/10 „	0·040	„	0·010 „	13 „	„	„
10/10	„	9/12 „	0·050	„	0·020 „	15 „	„	„
12/12	„	10/14 „	0·060	„	0·020 „	17 „	„	„
14/14	„	12/16 „	0·075	„	0·030 „	20 „	„	„
17/17	„	15/20 „	0·100	„	0·050 „	25 „	„	„
21/21	„	18/24 „	0·120	„	0·070 „	30 „	„	„
24/24	„	21/28 „	0·160	„	0·100 „	35 „	„	„
28/28	„	24/32 „	0·200	„	0·130 „	40 „	„	„
31/31	„	27/36 „	0·250	„	0·160 „	45 „	„	„
35/35	„	30/40 „	0·300	„	0·200 „	50 „	„	„

3. Einen laufenden Meter weiches oder hartes Rundholz zu Grundpfählen vierkantig rein behauen, erfordert an Zimmermanns-Tagschichten bei einem Querschnitte von

			hart	weich
7/7	oder	6/8 cm³	0·065	0·050
9/9	„	8/10 „	0·085	0·065
10/10	„	9/12 „	0·115	0·085
12/12	„	10/14 „	0·135	0·100
14/14	„	12/16 „	0·160	0·120
17/17	„	15/20 „	0·225	0·160
21/21	„	18/24 „	0·275	0·212
24/24	„	21/28 „	0·365	0·270
28/28	„	24/32 „	0·440	0·300
31/31	„	27/36 „	0·595	0·410
35/35	„	30/40 „	0·650	0·500

4. Wenn die Grundpfähle aus Lärchenholz herzustellen sind, so muß der unter 1 und 2 angegebene Arbeitsaufwand um 15%, und wenn Eichenholz zur Verwendung kommt, um 30% erhöht werden; dagegen vermindert sich die Arbeit bei Post 1 und 2 um 20%, wenn unbeschuhte Piloten verwendet werden, d. h. ein Beschuhen derselben entfällt.

5. Den Arbeitsaufwand für das Einrammen enthält die Tabelle XLIV. Das Erforderniß für das Einrammen der Piloten wird wesentlich von der örtlichen Beschaffenheit des Bodens abhängen und kann daher zwischen weiten Grenzen schwanken. Selbstverständlich sind die Ansätze der Tabelle XLIV für Kunstrammen und für mittlere Verhältnisse verstanden und werden fallweise erhöht oder vermindert werden müssen.

Für die Kosten der Einrammung kann auch im Allgemeinen die auf Erfahrung basirte Formel für den Aufwand $A = \frac{u \,.\, t \,.\, p}{f}$ angewendet werden, wobei u den Umfang der Pilote in Centimetern, t die Einschlagtiefe in Metern, p den ortsüblichen Handlangerlohn in Kreuzern und f einen Erfahrungscoefficienten bedeutet, der zwischen den Zahlen 30 bis 120 variirt.

6. Das Ausziehen einer am Lande stehenden mittelstarken Pilote kann mit einem annähernden Arbeitserfordernisse veranschlagt werden

	Zimmermannstagschicht	Handlangertagschicht	Zuschlag für Requisiten
bei einer Einschlagtiefe von 1 m auf . . .	0·13	0·75	15%
„ „ „ „ 2 „ „ . . .	0·25	1·50	20 „
wie vorstehend, wenn die Pilote im Wasser steht:			
bei einer Einschlagtiefe von 1 m auf . . .	0·35	0·75	18 „
„ „ „ „ 2 „ „ . . .	0·50	1·50	22 „
„ „ „ „ 3 „ „ . . .	1·50	4·50	25 „
wie vorstehend, wenn die Pilote unter dem Wasserspiegel steht:			
bei einer Einschlagtiefe von 1 m auf . . .	0·50	0·85	20 „
„ „ „ „ 2 „ „ . . .	0·75	2·00	21 „
„ „ „ „ 3 „ „ . . .	2·00	5·00	25 „

7. Das Einschlagen einer Pilote mit der Handramme erfordert unter mittleren Bodenverhältnissen für jeden Meter Einschlagtiefe bei einer Pilotenstärke oder einem Querschnitte von

37	oder	29/29 cm	mit	1·00	Tagschicht	und	10%	Zuschlag	für	Requisiten
32	„	24/26 „	„	0·90	„	„	10 „	„	„	„
27	„	21/24 „	„	0·80	„	„	10 „	„	„	„
25	„	18/21 „	„	0·70	„	„	10 „	„	„	„
21	„	16/16 „	„	0·60	„	„	10 „	„	„	„
17	„	13/13 „	„	0·50	„	„	10 „	„	„	„
13	„	—/— „	„	0·38	„	„	10 „	„	„	„

8. Einen 10—13 cm starken Pfahl mit dem Bogenschlägel 1—1·5 m tief in den Boden einschlagen erfordert unter mittleren Bodenverhältnissen einen Aufwand von 0·37 bis 0·55 Tagschicht.

9. Einen 10—13 cm starken Pfahl mit dem Handschlägel 10—20 cm tief in den Boden einschlagen erfordert einen Aufwand von 0·012—0·024 Tagschicht.

10. Die Herstellung einer einfachen Kunstramme (Fig. 200), wie sie bei den gewöhnlichen forstlichen Wasserbauten angewendet wird, erfordert einen Aufwand an

Material: Holz.

1 Baustamm mit 0·8 fm³ zu den 2 Führungssäulen a (Fig. 200), jede 7·5 m lang, welche 13/20 cm in der unteren und 13/16 cm in der oberen Hälfte vierkantig bezimmert werden.

2 Baustämme à 0·4 fm³ zu den 2 Streben d mit einer Länge von circa 8 m, 12/17 cm stark, wovon die eine als Steigbaum dient und daher mit Sprossen versehen wird.

1 Baustamm à 0·4 fm³ zu den Grundhölzern c und b, und zwar 2 Stück à 2·7 m lang, 14/15 cm stark, 4 Stück à 1·5 m lang und 14/19 cm stark.

2 Stangen à 0·10 fm³ zu den zwei beweglichen Streben e.

1 Baustamm mit 0·8 fm³ zu dem Fußgestelle der Führungssäulen und zur Verbindung dieser an ihrer Krone und mit den Streben d, zusammen 15·2 m lang, und 11/12—14/16 cm starkes vierkantig bezimmertes Gehölz.

5 Stück 2 m lange und 32 cm starke Stammabschnitte aus Lärchenholz mit 0·8 fm³ zur Herstellung des Windengestelles.

Eisenbestandtheile.

10 Stück à 25 cm lange und 2 Stück à 85 cm lange Schrauben sammt Muttern im Gesammtgewichte von 15 kg.

Die Eisenbestandtheile der Rammscheibe mit 11 kg und das Eisenlager mit 1·5 kg;

die 2 eisernen Schuhe sammt Federn und Schließen, dann 2 Oehren zur Befestigung der beweglichen Streben an den Führungssäulen mit 4 kg.

Der Rammbär mit 600—800 kg.

Die Eisenbestandtheile zum Rammbären mit 25 kg.

Die Eisenbestandtheile der Winde mit 23 kg und das Trieb- und Kammrad mit 80 kg.

Seilwerk.

Das Schlagwerkseil zum Aufziehen des Rammbären 18 m lang und 15 kg schwer.

Arbeitsaufwand.

Die Herstellung eines Bodengestelles für das Schlagwerk erfordert 12 Tagschichten
jene der Rammscheibe . . . . . 3 „
während die Befestigung der diversen Eisenbestandtheile mit . . . . . 16 „
veranschlagt werden kann.

Das Grundgestelle für die Winde erfordert einen Aufwand von 10 „
und das Montiren der Winde . . . . . 12 „

Eine gewöhnliche Kunstramme erheischt somit
3·8 fm³ rohes Holz,
759·5—959·5 kg Eisenbestandtheile,
15 kg Seilwerk und
53 Tagschichten Arbeitsaufwand.

§. 269. Ueber Fundirungen im Allgemeinen und die Classificirung der Gründungsarten.

Bei den unterschiedlichen Wasserbau-Objecten wurde hervorgehoben, daß dieselben dem auf sie vom Wasser ausgeübten Druck Widerstand zu leisten haben und daß auch die Bauausführung, insbesondere der Unterbau, genügende Sicherheit gegen ein Nachgeben des Untergrundes und gegen den kolkenden Einfluß des Wassers bieten müsse. Der Zweck einer Fundirung besteht somit darin, einerseits dem Bauobjecte eine genügend feste Basis zu schaffen, welche jedem Drucke des daraufzustellenden Objectes zu widerstehen hat, ohne in einer für dasselbe irgend nachtheiligen Weise nachzugeben, während andererseits aber auch durch geeignete Vorkehrungen eine Unterspülung des Fundamentes im Vorhinein ausgeschlossen werden soll. Eine Fundirung oder ein Unterbau kann daher nur entfallen, wenn der Grund, auf den das Object gestellt werden soll, in einer mäßigen Tiefe die erforderliche Dichtigkeit und Tragfähigkeit besitzt, in welchem Falle dann die obere Schichte abzuheben und der Bau unmittelbar auf die feste Grundschichte auszuführen wäre.

Mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Untergrundes sind daher im Allgemeinen zwei Fälle möglich, es ist nämlich der feste und verwendbare Baugrund entweder in einer erreichbaren Tiefe vorhanden oder es ist jener in erreichbarer Tiefe nicht genügend fest und muß erst durch künstliche Mittel comprimirt oder durch Grundbauten entsprechend gefestigt werden. Handelt es sich um den Baugrund für Wasserbauobjecte, dann tritt noch der weitere Umstand hinzu, ob nämlich die Gründungsarbeiten über oder unter dem Wasser auszuführen sind. Wir unterscheiden dann Gründungsarbeiten, die durch das Wasser nicht beeinflußt werden und Fundirungen unter Wasser, welch' letztere wieder

a) in einer geschlossenen, durch Wasserschöpfen trocken gelegten Baugrube vorgenommen werden sollen, oder es ist
b) eine Trockenlegung der Baugrube unthunlich und unzweckmäßig.

Wird endlich das zu den Fundamentbauten verwendbare Material berücksichtigt, so unterscheiden wir Fundamentanlagen aus Holz und aus Stein und, insoweit das eine oder andere Material bei den gewöhnlichen Betriebsbauten — Uferschutzbauten, Schwellwerken, Fanggebäuden u. s. w. — in Frage kommen kann, lassen sich diese mit Rücksicht auf ihre technische Ausführung schließlich noch weiter untertheilen und kommt diesfalls zu erwähnen:

1. das Verdichten des Bodens mit kurzen Pfählen;
2. der liegende Rost oder Gründungen auf gezimmertem Boden mit oder ohne eine Spundwand;
3. der stehende oder Pfahlrost mit oder ohne eine Spundwand;
4. der Steinkastenbau;
5. die Betongründung zwischen hölzernen Spundwänden.

Gründungen auf eisernem Boden mit hölzernen oder eisernen Schraubenpfählen, eiserne Röhrenfundamente ꝛc. ꝛc. fallen nicht in den Bereich der forstlichen Betriebsbauten und ist deshalb deren specielle Aufführung unterblieben.

§. 270. Prüfung der Tragfähigkeit des Baugrundes.

Im Allgemeinen wird die Tragfähigkeit eines Baugrundes bedingt:

a) von dem Verhalten des Bodens gegen die Einwirkungen des Wassers und der Luft;
b) von der Festigkeit und Gleichmäßigkeit des Materials;
c) von der Mächtigkeit und Lagerung der Schichten;
d) von der Höhe der Reibungsstabilität des Bodens, welch' letzterer übrigens durch Aufnahme und Sättigung mit Wasser wesentlich vermindert werden kann.

Mit Rücksicht auf die allgemeine Beschaffenheit oder Tragfähigkeit des Bodens unterscheiden wir bei den gewöhnlichen Gründungen, insoweit diese bei den unterschiedlichen forstlichen Betriebsbauten in Frage kommen können:

a) Gründungen auf einem Boden, dessen Standfestigkeit durch Sättigung mit Wasser nicht leidet, d. h. auf Felsen oder felsenähnlichen Bildungen;
b) Gründungen im festen Boden, und
c) Gründungen im weichen Boden.

Als festen Boden können wir die meisten Felsarten, dann Kies-, Sand-, auch Thon- und Lehmböden bezeichnen; nur eignen sich mitunter leichtere Kiesböden, dann Sandlager für jene Wasserbauten nicht, wo eine Undurchlässigkeit des Bodens bedingt wird, wie beispielsweise bei allen Arten von Schwellwerken. Der dichte und geschlossene Felsen, wenn er eine Mächtigkeit von 3—4 m hat, wird für die meisten Bauten eine entsprechende Tragfähigkeit besitzen. Hat dagegen der felsige Untergrund Sprünge und Risse und handelt es sich um bauliche Anlagen — Schwellwerke —, wo eine Wasserundurchlässigkeit des Untergrundes unbedingt erforderlich ist, dann darf für keinen Fall unterlassen werden, zu untersuchen, ob nicht unter dem rissigen Felsenlager eine wasserdurchlassende Grundschichte ruht. Eine genaue Untersuchung eines felsigen Untergrundes auf seine Mächtigkeit, dann auf Beschaffenheit und Art seiner Unterbettung ist auch bei hervorragenden baulichen Anlagen aus dem Grunde unerläßlich, weil manchmal die Felsenschichte auf einem Thonlager ruht, das in Folge eingedrungenen Wassers durchweicht wird, in welchem Falle dann dasselbe dem Felsen keine vollständig verläßliche Stütze mehr gewähren würde.

Kies gibt bei einer Mächtigkeit von 3—4 m einen vollständig sicheren Baugrund, nur darf er keinem größeren Wasserandrange oder Wasserdrucke ausgesetzt werden, weil sonst eine nachtheilige Auflockerung eintreten würde, die seine Eigenschaft als fester Baugrund mehr oder weniger in Frage stellen könnte. Kies eignet sich mit Rücksicht auf seine geringe Widerstandsfähigkeit gegen den Wasserdruck daher nicht besonders für jene baulichen Anlagen als Untergrund, mittelst deren größere Wassermassen angesammelt und zurückgehalten werden sollen.

Grobkörniger Sand in mächtigen Lagern ist ein guter Baugrund, muß aber durch tief geführte Spundwände gegen den Eintritt des Wassers geschützt, d. h. durch letztere Vorkehrungen undurchlassend gemacht werden, weil er wie der Kies durch Aufnahme von Wasser an seinen guten Eigenschaften als Baugrund verliert.

Wenn die Mächtigkeit eines Thonlagers mindestens 3 m erreicht und dasselbe kein freies Wasser besitzt, d. h. entsprechend steif ist, dann hat es für die gewöhlichen Objecte eine hinlängliche Tragfähigkeit.

Durch Aufnahme von Wasser wird aber der Thonboden weich, nachgiebig, weniger dicht und verliert dadurch die Eigenschaft eines guten Baugrundes. Dagegen wird ein solcher Untergrund dem Eindringen des Wassers im hohen Grade widerstehen und sich soweit für Bauten eignen, die eine Wasseranstauung bezwecken.

Die Lehm- oder Lettenböden sind, je nachdem Sand oder Thon vorwiegt, in ihrer Tragfähigkeit nach den Sand- oder Thonböden zu beurtheilen. Humus-, Torf- und Moorböden sind ein schlechter Baugrund und müssen durch tiefreichende, daher kostspielige Fundirungen gefestigt werden, wenn schon überhaupt auf solchen Böden gebaut werden muß.

Die zulässige Belastung kann man erfahrungsgemäß auf festgelagerten Kies, Sand und steifen Thon mit 5 kg per cm² annehmen, während die obere Schichte des Alluvial-Bodens eine Belastung von nur 1·1 kg per cm² zu ertragen vermag.* Wenn man nicht aus untrüglichen geologischen Verhältnissen auf die Beschaffenheit eines Baugrundes sichere Schlüsse ziehen kann, sind für größere Klaus- und Rechenbauten u. dgl. specielle und eingehende Bodenuntersuchungen zu veranlassen, ehe bezüglich der Art und Größe der vorzunehmenden Fundirungs-Arbeiten endgiltige Entscheidungen getroffen werden. Die Bodenuntersuchungen können, wie bekannt, in folgender Weise vorgenommen werden:

1. Durch die Anlage oder das Ausheben einer hinreichenden Anzahl von Probegruben, ein Verfahren, das zwar mit einem größeren Kostenaufwande verbunden ist, aber zu dem besten Resultate führt. Leider aber ist die Untersuchung des Bodens mittelst Probegruben unter Wasser nur bis zu einer sehr beschränkten Tiefe möglich und ausführbar.

2. Durch das Sondiren mit einer 2—4 cm dicken Eisenstange, die durch Drehen und Stoßen in den Boden getrieben wird. Aus dem Verhalten der Stange während des Eintreibens in den Boden, desgleichen aus den der Stange anhaftenden Bodenbestandtheilen läßt sich die Beschaffenheit des Bodens wenigstens annähernd bestimmen.

3. Mittelst eines Erdbohrers lassen sich ziemlich genaue Bodenuntersuchungen bis zu bedeutenden Tiefen ausführen, weil bei dem Hinabtreiben und Emporziehen des Bohrers in den Grund kleine Bodenmassen an die Oberfläche hervorgehoben werden können, so daß auf solche Art die Bodenbeschaffenheit auf das Zuverlässigste und Genaueste zu ermitteln ist.

Nach Art und Beschaffenheit des Grundes gelangen entweder die eigentlichen Erdbohrer oder die Sand- und Steinbohrer zur Anwendung. Bei Verwendung unter Wasser werden sie mit Hülsen aus Blech umgeben, damit die emporgehobenen Bodenproben von einem nicht hinweggeführt werden können. Die Steinbohrer zerstückeln oder zermalen das Bodengestein im Bohrloche und werden die dadurch erhaltenen Trümmer mittelst eines

* „Enginering," 1875, II., Seite 103, und „Zeitschrift des hannoveranischen Architekten- und Ingenieurvereines," 1876, Seite 323.

zweiten, hiefür eigens construirten Bohrers emporgehoben. Eingehende Beschreibungen über Bodenuntersuchungen mittelst Bohrung finden wir in dem „Jahrbuch der Ingenieur-Wissenschaft" von Edm. Hensinger von Waldegg, B. I, Seite 711.

4. Bodenuntersüchungen durch das versuchsweise Einrammen von Probepfählen werden bei vielen forstlichen Bauten mit ganz zufriedenstellendem Erfolge angewendet, gewähren aber keinesfalls jenen hohen Grad von Sicherheit, den man mittelst Bohrung erreichen kann. Wo es sich daher um wichtige Bauten und somit um eine möglichst genaue Ermittlung der Bodenbeschaffenheit eines Baugrundes handelt, dürfte sich die Vereinigung beider Methoden, d. i. jener der Bohrung und der probeweisen Einrammung von Piloten empfehlen.

5. Bodenuntersuchungen durch Probebelastungen werden wegen ihrer Umständlichkeit bei forstlichen Betriebsbauten wohl nur in Ausnahmsfällen zur Anwendung gelangen.

§. 271. Ueber Fundirungen bei forstlichen Betriebsbauten im Allgemeinen.

1. Auf einem felsigen Untergrunde entfällt die Herstellung eines Fundamentes und es kann das Object unmittelbar auf den Baugrund gestellt werden. In einem solchen Falle wird die felsige Fundamentfläche in ihrer ganzen Ausdehnung zunächst freigelegt und sodann möglichst horizontal oder in horizontalen Abstufungen zugerichtet oder abgeebnet, wobei gleichzeitig alle vorhandenen Höhlungen, Sprünge u. s. w. im Grundgesteine mit Bruchsteinmauerwerk oder einer Betonschüttung auszufüllen sind, wenn nämlich unter Einem mit dem Bauobjecte Wassermassen gestaut werden sollen, weil sonst das Wasser durch derartige Klüfte seinen Weg nehmen würde, wodurch die Anlage am Werthe verlieren oder gar zwecklos werden könnte. Endlich müssen noch im Bereiche der Fundamentfläche alle verwitterten und ablösbaren Felsenpartien beseitigt werden. Bei weichem Felsgestein ist eine Ueberdeckung des Baugrundes mit einer Betonschichte von Vortheil.

2. In festem Grunde, der indeß ungleich dicht ist, muß das Object auf einen liegenden Rost gestellt werden, wenn nicht allenfalls eine gleichmäßige Dichtung des Bodens durch eingeschlagene kurze Grundpfähle zu erlangen ist. Eine gleichmäßige Dichte des Materials innerhalb der Baugrundfläche ist unerläßlich nothwendig, weil sonst durch das ungleichmäßige Setzen des Grundes Gefahren für die Standfestigkeit des Objectes unbedingt eintreten würden. Wird nebst einem liegenden Roste noch eine Spundwand mit Rücksicht auf die Nothwendigkeit eines wasserdichten Untergrundes geschlagen, so darf die letztere mit dem Roste nicht verbunden werden, weil sonst der liegende Rost am gleichmäßigen Setzen verhindert würde.

3. In einem weichen Boden, wo aber ein fester und entsprechender Baugrund schon in mäßiger Tiefe angetroffen wird, das Object aber nicht bis auf diesen hinabgeführt werden kann, dürfte sich eine Fundirung aus Betonschüttung oder der Bau von Steinkästen empfehlen, nachdem Fundirungen mit Grundpfählen in dem Falle, wo der feste Grund Fels ist und die aufruhende Schichte nicht Mächtigkeit genug besitzt, um den letzteren einen genügenden Halt zu gewähren, nicht zu dem erwünschten Ziele führen würden.

4. In einem weichen Grunde, beziehungsweise unter Verhältnissen, wo ein brauchbarer Baugrund erst in einer ansehnlichen Tiefe zu treffen ist, muß der stehende oder Pfahlrost als Fundirung angewendet werden. Hölzerne Pfähle könnten immerhin auch durch Steinpfeiler ersetzt werden; es entsprechen aber die ersteren besser, weil die

zulässige Inanspruchnahme des Holzes auf seine rückwirkende Festigkeit das zehnfache derjenigen des gewöhnlichen Mauerwerkes ist. Es eignen sich daher Grundpfähle ganz besonders zu Stützen, mittelst welcher die Last des Bauwerkes auf einen tiefer liegenden festen Baugrund übertragen werden soll.

Gestatten es die Verhältnisse, den liegenden oder stehenden Rost unter das Niveau des kleinsten Wasserstandes zu legen, so wird hiedurch dessen Dauerhaftigkeit wesentlich gefördert.

5. Die Grundpfähle oder Rostpiloten sind so tief einzuschlagen, daß sie festsitzen oder in einem kaum merklichen Grade in den Boden eindringen. Für die gewöhnlichen forstlichen Betriebsbauten genügt es, wenn ein Pfahl bei einer „Hitze", d. i. bei 30 unmittelbar auf einanderfolgender Schlägen mit einem 400 kg schweren Rammbären und bei einer Fallhöhe desselben von 1·5 m nicht mehr als 5 mm in die Tiefe eindringt. Grundpfähle, die bis in einen festen Untergrund reichen, haben eine Tragfähigkeit von circa 70 kg per cm²; ruhen dieselben dagegen in einem weichen Erdreiche, so sinkt deren Tragfähigkeit bis 14 kg per cm² herab. Die Grundpfähle sind entrindet und stets mit dem sogenannten Zopfende (Gipfelende) nach abwärts zu schlagen, und soll im Allgemeinen deren Durchmesser nicht kleiner als $^1/_{20}$ ihrer Länge sein. Wenn man bei Grundpfählen einen größeren Widerstand gegen den Auftrieb erreichen will, so pflegt man die Pfähle ausnahmsweise mit dem stärkeren oder dem Stammende nach unten zu schlagen, beispielsweise wenn Pfähle in einem sehr elastischen Boden in großer Anzahl und möglichst nahe neben einander gestellt werden sollen.

Wenn ein Grundpfahl eingerammt wird, so wirken auf die kegelförmige Oberfläche der zunächst im Boden stehenden Pfähle, nachdem das Erdreich als elastisch angenommen werden kann, diverse Kräfte ein. Diese senkrecht auf die Oberfläche der kegelförmigen Pfähle wirkenden Kräfte werden in zwei Componenten, wovon die eine wagrecht, die andere parallel zur Achse des Pfahles wirkt, zerlegt. Die horizontal wirkenden Kräfte werden, nachdem je zwei und zwei einander entgegenwirken, aufgehoben, während die Summe der vertical wirkenden Componenten den Pfahl in die Höhe hebt und zum Theil sogar heraushebt, wenn derselbe mit seinen dünnen Enden nach abwärts in den Boden eingerammt wurde, während das Gegentheil erfolgen muß, wenn das dicke Ende unten ist, so daß in diesem Falle die Summe der vertical wirkenden Componenten den Pfahl in der Richtung seiner Achse noch tiefer in den Grund zu drücken bestrebt sein wird.

6. Die Fundamente sind im Flächenausmaße stets größer anzulegen, als die Grundfläche des daraufzustellenden Objectes.

Bei Berechnung der Standfestigkeit eines Objectes, dessen Fundament unter Wasser ruht, darf nicht übersehen werden, daß bei der Gewichtsbestimmung des Objectes jener Gewichtsverlust Berücksichtigung finde, den ein jeder Körper beim Eintauchen ins Wasser erleidet, d. h. es muß per m³ des unter Wasser stehenden Objectes das Gewicht des verdrängten Wassers per 1000 kg in Abzug gebracht werden.

§. 272. Das Verdichten des Bodens mit kurzen Pfählen.

Wenn untergeordnete Objecte auf mittelfestem Boden gestellt werden müssen und die Anlage eines kostspieligen Rostes umgangen werden soll, so kann der Baugrund auch durch das Einschlagen einer größeren Anzahl von Pfählen bis zu dem erforderlichen

Grade gedichtet werden. Zu solchen Pfählen genügen 15—20 cm dicke und 2—3 m lange Hölzer, die von dem äußeren Umfange der Baustelle nach der Mitte zu so nahe nebeneinander zu schlagen sind, als es nur immer zulässig ist, ohne daß dadurch die bereits eingeschlagenen Pfähle herausgetrieben werden. Auf die in einer Ebene abgeschnittenen Pfahlköpfe kann nun das Object unmittelbar gestellt werden, wenn man es nicht etwa vorzieht, mit Rücksicht auf eine größere Sicherheit auf die Pfahlköpfe einen Bohlenrost oder eine Betonschüttung zu legen und das Object erst darauf zu stellen.

§. 273. Der liegende Rost oder Gründungen auf gezimmerten Böden.

a) Der Bohlenrost.

Auf die abgeebnete Grundfläche werden 75—100 mm dicke Bohlen in mehreren Lagen derart übereinander gelegt und mit Nägeln fest verbunden, daß sich die einzelnen Lagen kreuzen, d. h. die Längsrichtungen zweier Lagen einen rechten Winkel bilden. Der Bohlen- oder Schwellrost gewährt nur dann eine lange Dauer, wenn er beständig unter Wasser ruht; dasselbe gilt auch von dem

b) Balkenrost.

Auf die entsprechend ausgeglichene Baugrundfläche werden in Entfernungen von 1 m, 25—30 cm starke, vier- oder auch nur zweiseitig bezimmerte Balken (Querschwellen) gelagert, darauf werden gleich starke Balken (Langschwellen) unter einem rechten Winkel in denselben Abständen von 1 m gelegt und dieselben in die unteren Grundbalken 6 cm tief eingelassen. Der Raum zwischen den gitterartig gekreuzten Balken wird mit Steinen oder Beton ausgefüllt, sodann mit 80—100 mm dicken Bohlen abgedielt. Die Bohlen werden auf den Rostbalken mit hölzernen Nägeln befestigt. Um ein Unterspülen und seitliches Nachgeben der Erdmassen unterhalb des Rostes zu verhüten, wenn das zu befürchten ist, muß der Rost noch mit einer Wand von 20 cm starken Spundpfählen und gleich starken Zangen umschlossen werden, nur darf die Spundwand nicht mit dem Roste verbunden werden, damit nicht der letztere durch die erstere am gleichförmigen Setzen verhindert werde.

Sowohl der Bohlen- als auch der Balkenrost sind auf einem festen und tragfähigen Boden anwendbar, der aber in Folge einer ungleichen Dichte eine ungleichmäßige Senkung befürchten läßt, wodurch leicht das daraufgestellte Object gefährdet werden könnte.

§. 274. Der Pfahl- oder stehende Rost.

Der stehende oder Pfahlrost besteht aus einem liegenden Bohlen- oder Balkenrost, der aber nicht unmittelbar auf den Boden, sondern auf eingerammte, 25—50 cm starke Grundpfähle (Piloten) a (Fig. 201)* gestellt wird. Bei dem Pfahlroste können die Spundpfähle b, wenn solche erforderlich sind, gleichzeitig als Rostpfähle benützt werden, d. h. es wird die Spundwand in diesem Falle mit dem Roste verbunden und sind d. Zangen c gleichfalls auf die Grundpfähle f zu legen. Der Pfahlrost wird folgendermaßen hergestellt:

* In der Zeichnung Fig. 201 ist die Spundwand an der rechten Seite frei, während sie an d linken Seite mit dem Roste verbunden dargestellt erscheint.

Die eingerammten Grundpfähle werden auf die entsprechende Höhe, und zwar in einer horizontalen Ebene abgeschnitten und der weiche Boden im Bereiche des Rostes auf 1—1½ m Tiefe ausgehoben. Der durch diesen Aushub gewonnene Raum muß entweder mit Steinen gut ausgeschwert oder mit Beton ausgefüllt werden, den man in 30 cm dicken Lagen aufträgt. Auf die Grundpfähle kommen sodann die Querschwellen d und auf diese die Langschwellen e zu liegen.

Die 25—30 cm im Geviert starken Langschwellen werden auf die gleich starken Querschwellen aufgeplattet und letztere mittelst Holzzapfen auf die Köpfe der Grundpfähle befestigt. Die Langschwellen tragen wie beim liegenden Roste eine Dielung aus 80—100 mm starken Bohlen und werden gewöhnlich die zwei äußersten Langschwellen, für den Fall als eine Spundwand nicht hergestellt werden sollte, so hoch gestellt, daß deren ebene Fläche mit jener des Bohlenüberlages in eine Ebene fällt. Die Bohlen werden dann in die genannten zwei Langschwellen, die in diesem Falle Kapphölzer heißen, mittelst eines Falzes eingelassen.

§. 275. Die Spundwände.

Die Spundwände haben — wie bereits hervorgehoben — entweder das seitliche Ausweichen der Fundamentmassen oder eine Unterspülung des Objectes zu verhindern. Sie werden daher vielfach im Wasserbau angewendet und bestehen aus flachen, 7—25 cm — gewöhnlich 15 cm — starken und beliebig breiten Pfählen, die an der einen Seite eine Rinne, an der anderen eine Kante (Fig. 202), Nuth und Feder erhalten, welch' letztere, wie aus den Detailzeichnungen zu entnehmen ist, auch andere Formen erhalten können. Das untere Ende der Pfähle wird zu einer Kante geschärft und mit Blech beschlagen, wenn die Spundwand in einem steinigen Boden ausgeführt wird.

Soll eine Spundwand hergestellt werden, so sind um das Fundament oder Object in Entfernungen von 2—3 m in einer Reihe Leitpfähle, und zwar so tief wie die Grundpfähle, einzuschlagen. An die Leitpfähle a (Fig. 202) werden zwei Zangenhölzer b in der Stärke von 12—25 cm im Geviert so tief eingelassen, daß der Raum c zwischen ihnen gleich der Spundpfahldicke wird. Diese Zangenhölzer werden mit den Leitpfählen durch hölzerne Nägel verbunden. In den Zwischenraum c werden sodann die zugerichteten und beschlagenen Spundpfähle eingetrieben und erfolgt das Einrammen von den Leitpfählen gegen die Mitte hin, so zwar, daß der mittelste oder Schlußpfahl gewissermaßen als Keil wirkt und dadurch zur Verspannung des Ganzen wesentlich beiträgt. Soll die Spundwand, wenn sie beispielsweise als Abschluß eines Baugrundes dient, 2—3 m über den Grund emporragen, so muß an die Leitpfähle noch ein zweites Zangenpaar und zwar in der Nähe des Grundes angebracht werden.

Mit gleichem Erfolge lassen sich statt der Spundpfähle Halbbäume, Pfosten, Bretter und bei minder wichtigen Anlagen selbst Schwarten verwenden. Beabsichtigt man indeß mit Brettern oder Schwartenlagen eine wasserdichte Wandung herzustellen, so müssen ähnlich wie bei einem Fangdamme zwei Reihen von Brettern „Voll- auf Fug" (d. i. die zweite Reihe wird vor die 10—15 cm breiten Fugen der ersten Reihe gestellt) mit Handrammen eingerammt werden. Das Eintreiben der entsprechend langen Bretter- oder Schwartenstücke erfolgt gleichfalls zwischen den Leitpfählen und Zangenhölzern oder es wird eine einfache Zwinge mit dem erforderlichen Zwischenraume aus Halbbäumen oder schwachen Bauhölzern hergestellt. Für sehr viele forstliche Bauten sind die letztbeschriebenen Holzwände mit Rücksicht auf ihre leichte und billige Herstellung sehr zu empfehlen und werden bei guter Ausführung auch vollkommen entsprechen.

Bei Herstellung einer möglichst gutgeschlossenen Spundwand sollen die Hölzer anfangs nur in kurzen Zügen mit einem leichten Bären eingeschlagen werden, damit nicht bedeutende Höhenunterschiede in der Stellung der Bohlen eintreten, beziehungsweise es soll das Eindringen der gesammten Hölzer allmälich vermittelt werden. Während des Einschlagens muß die Wand gespannt bleiben, jedoch dürfen sich die einzelnen Bohlen nicht klemmen, sondern sollen die Federn nach allen Richtungen einen kleinen Spielraum behalten. Bei Herstellung der Spundwände dürfte die Zugramme der Kunstramme vorzuziehen sein.

§. 276. Die Betongründung zwischen hölzernen Spundwänden und die Fundirung mittelst Steinkästen.

Der Baugrund wird von einer Spundwand umschlossen und sodann das Innere des auf diese Art gebildeten Kastens bis auf eine entsprechende Tiefe oder bis auf einen festen Grund ausgehoben. Der entstandene Raum wird mit Beton ausgefüllt und können, wenn es sich um Fundirung eines größeren Objectes handelt, noch vor der Ausfüllung der ausgehobenen Fundamentgrube in diese eine Anzahl von Grundpfählen eingerammt werden, die dann, von der Betonschichte umgeben, mit dieser gemeinschaftlich das Object tragen sollen. Steinkästen, d. h. aus Balken viereckig hergestellte Kästen innerhalb der ausgehobenen Baugrube, die dann mit Rollsteinen ausgefüllt werden, dienen häufig als Fundirung in dem Falle, wenn das daraufzustellende Object aus gleicher Construction ist. Genügt der Kastenbau allein nicht, dann kann er noch auf Grundpfähle gestellt und durch eine vorgeschlagene Spundwand gegen Unterspülung gesichert werden. Steinkästen als Fundirung werden bei den forstlichen Wasserbauten sehr häufig angewendet und bieten neben genügender Sicherheit eine namhafte Dauer, wenn der Bau unausgesetzt unter Wasser steht.

§. 277. Die Herstellung eines Fundamentes aus Beton.

Beton ist ein Gemenge von hydraulischem Mörtel und klein geschlägelten Steinen, letztere von einem möglichst festen Material. Behufs Zubereitung von Beton wird scharfkantiger Schlägelschotter in der Größe von 3—5 cm Durchmesser dem Bachgeschiebe vorgezogen und dieser Schotter sodann mit hydraulischem Mörtel in einem derartigen Verhältnisse gemischt, daß die einzelnen Schotterstücke vom Mörtel vollständig umschlossen werden. Die Zubereitung der Betonmasse geschieht in der Weise, daß man 4 Raumtheile Sand mit 2 Raumtheilen hydraulischen Kalk (Cement), jedoch möglichst rasch zu einem dicken Mörtel anmacht, dem dann weitere 8 Raumtheile Schlägelschotter beigemengt werden. Erst nach guter Durcharbeitung des letzteren Gemenges, wenn alle Steintheile mit Mörtel gut umhüllt sind, wird die Masse langsam in die Fundamentgrube auf Rutschbrettern hinabgelassen, mit Krücken geebnet und, wenn thunlich, mit flachen Stampfern festgestampft.

Es ist vom Vortheil, wenn die Betonschüttung nicht unmittelbar in der mit Wasser gefüllten Baugrube gemacht werden muß; es soll vielmehr diese mit Spundwänden oder Fangdämmen umschlossen und das Wasser ausgeschöpft werden. Die Betonmasse wird sodann in 5—8 cm hohen Schichten eingefüllt und gestampft. Verursacht das Freihalten der Baugrube vom Wasser große Kosten, so muß jene zum mindesten gegen die Strömung

des Wassers geschützt werden und es ist sodann die Betonmasse mittelst entsprechend construirter Kästen in die Tiefe zu versenken.

Die Betonschüttung ist wie jede Art von Fundirung um 0·6—1·0 m nach allen Seiten größer als die Basis des daraufzustellenden Objectes herzustellen. Der zur Verwendung bestimmte hydraulische Kalk muß frisch und trocken sein, weil er sonst einen Theil seiner bindenden und erhärtenden Eigenschaft einbüßt. Ein sorgfältiges Durchsieben des Kalkes ist daher unerläßlich, im Falle er verhärtete Brocken oder harte Körnchen enthalten sollte. Desgleichen muß auch zur Bereitung des hydraulischen Mörtels ein Sand von vorzüglicher Qualität und möglichst trockener Beschaffenheit verwendet werden.

Frisch gemengt nimmt die Betonmasse zwei Drittel bis drei Viertel vom Gesammtvolumen seiner Bestandtheile vor der Mischung ein und unterliegt, falls sie gestampft wird, einer weiteren Volumenverminderung, so zwar, daß das schließliche Volumen einer Betonschichte mit fünf Neuntel bis fünf Achtel des Volumens seiner ungemengten Bestandtheile angenommen werden kann. Auf diese Volumenveränderung muß bei der Verfassung der Voranschläge entsprechend Bedacht genommen werden.

Wird die Fundirung aus Bruchsteinmauerwerk in hydraulischem Mörtel hergestellt, so ist der letztere aus 1 Raumtheile Sand und 2 Raumtheilen Cement herzustellen; eine Mischung zu gleichen Theilen von Sand und Cement ist nur unter günstigen Verhältnissen und dort, wo keine große Festigkeit nothwendig ist, zulässig.

§. 278. Arbeitsaufwand bei den unterschiedlichen Gründungsarbeiten, sowie Material- und Arbeitserforderniß über Erzeugung von Holznägeln, wie sie bei dem Baue von Uferschutzwerken, Klausen, Fanggebäuden u. s. w. verwendet werden.

1. Ein m³ Betonschüttung anfertigen, ohne Anwendung von Mörtel- und Betonmaschinen, einschließlich des Klopfens von Steinen, des Zusammenmischens und Einführens der Masse in die Baugrube und des Feststampfens in 5—8 cm dicken Schichten erfordert bei einem Mischungsverhältnisse von 1 Theil Cementkalk, 2 Theilen Sand und 5 Theilen Schlägelschotter

a) 0·25 M.,*
3·0 H.,
0·21 m³ Cementkalk,
0·42³ Sand,
1·05³ Schlägelschotter;

b) bei einer Mischung von 1 Theil Cementkalk, 2 Theilen Sand und 4 Theilen Schlägelschotter:
0·3 M.,
3·0 H.,
0·25 m³ Cementkalk,
0·50 m³ Sand,
1·0 m³ Schlägelschotter.

2. Einen m Schwellen zu einem liegenden Rost herrichten, beziehungsweise anarbeiten und legen, erfordert . . . . . 0·20 Z.*

* Z. = Zimmermannstagschichten, M. = Maurertagschichten, H. = Handlangertagschichten.

3. Einen m² Bohlenbeleg zu einem Roste zuschneiden, säumen, legen und mit hölzernen Nägeln auf die Schwellen festnageln, einschließlich der Anfertigung der erforderlichen Holznägel, erheischt einen Aufwand von . . . . . 0·33 Z.

4. Einen m² Rost- und Spundpfähle wagrecht abschneiden, einschließlich des Zurichtens von Zapfen an die Köpfe der Pfähle, des Einstemmens von Zapfenlöchern in die Holme und die letzteren festnageln, erfordert . . . . . 0·40 „

5. Einen m Rostholm durch Zangen verbinden und letztere dreimal aufkämmen, einschließlich des Zurichtens und Befestigens, erfordert . . . . . 0·27 „

6. Einen m Nuth und Feder in einem Spundpfahle anarbeiten, denselben spitzen und nöthigenfalls beschuhen, erfordert . . . . . 0·20 „

7. Einen m Spundwandholz auskpfalzen, die Zapfen anfertigen an die Pfähle, einschließlich des Zurichtens und Auflegens des Holzes, erfordert . . 0·55 „

8. Der Aufwand für die Herstellung eines Rostes, beziehungsweise für das Herrichten der Holme, der Schwellen und des Beleges, für das Einlegen der Zangen in Entfernungen von 1·25—1·5 m, einschließlich des vollständigen Anarbeitens, stellt sich per m nach Maßgabe der Breite, und zwar:

								Schwell-Rost		Pfahl-Rost	
bei	1·1	m	Breite	des	Belages	auf	2	Pfahlreihen	0·866	Z.	1·466	Z.
„	1·4	„	„	„	„	„	3	„	1·333	„	2·000	„
„	1·7	„	„	„	„	„	3	„	1·466	„	2·133	„
„	2·0	„	„	„	„	„	3	„	1·633	„	2·300	„
„	2·3	„	„	„	„	„	4	„	2·000	„	2·866	„
„	2·6	„	„	„	„	„	4	„	2·133	„	3·000	„
„	2·9	„	„	„	„	„	4	„	2·266	„	3·133	„
„	3·2	„	„	„	„	„	5	„	2·633	„	3·733	„
„	3·5	„	„	„	„	„	5	„	2·776	„	3·866	„
„	3·8	„	„	„	„	„	5	„	2·916	„	4·033	„
„	4·1	„	„	„	„	„	6	„	3·283	„	4·666	„
„	4·4	„	„	„	„	„	6	„	3·433	„	4·800	„
„	4·7	„	„	„	„	„	6	„	3·566	„	5·000	„

9. Holznägel zu den unterschiedlichen Holzbauten aus Lärchenholz, 47 cm lang, 4 cm dick, vierkantig, wiegen ausgetrocknet 26 dkg und werden aus einem m² 625 Stück und in einer Tagschichte 80 Stück aus gut spaltbarem Holze erzeugt.

10. Holznägel aus Lärchenholz zu Klaus- und Uferschutzbauten, 68 cm lang, 5 cm dick, vierkantig, wiegen ausgetrocknet 85 dkg und werden aus einem m² gut spaltbarem Holze 378 Stück oder per Tagschicht 50 Stück erzeugt.

11. Rechenspindelnägel aus Lärchenholz, 48 cm lang, 4·5 cm stark, in der Mitte vierkantig, an beiden Enden achtkantig, wiegen ausgetrocknet 47 dkg und gibt ein m² 500 Stück, während in einer Tagschichte 60 Stück erzeugt werden können.

§. 279. Die Steinhebemaschine und die Kosten ihrer Herstellung.

Die Steinhebevorrichtung, wie sie bei den gewöhnlichen forstlichen Bauten im Gebrauche steht, wenn schwere Quadern als Baumaterial verwendet werden, besteht (Fig. 203) aus einer hölzernen Welle a mit einem Zahnrade b und Getriebe c, einem

Flaschenzuge d, aus einem einfachen Holzgerüste e und aus drei Stangen, woran der Flaschenzug befestigt ist und die mittelst einer Kette im Kopfe verbunden werden. Endlich gehört dazu noch ein Seil f von entsprechender Länge und der Steinschlüssel g. Die zu hebenden Quaderstücke bekommen an ihrer Oberfläche eine nach abwärts sich etwas erweiternde Oeffnung, in die der Schlüssel eingeführt wird, während gleichzeitig seine Festigung durch das keilförmige Mittelstück h bewerkstelligt wird.

Zu einer solchen Steinhebevorrichtung gehören

ein Zahnrad mit Getriebe und den erforderlichen Eisentheilen im Gewichte von 100 kg,

ein Flaschenzug mit 3 Rollen,

ein Flaschenzugseil

eine Eisenkette zu dem Flaschenzuggerüste,

0·5 fm^3 Buchenholz zur Welle,

0·8 m^3 weiches Holz zu dem Gestelle für die Welle, während das Herrichten der Holzbestandtheile, das Zusammenfügen und Beschlagen derselben mit den nothwendigen Eisentheilen einen Aufwand von 12 Tagschichten erfordert.

VI. Capitel: Der Triftbetrieb.

§. 280. Die auf den Triftbetrieb einflußnehmenden Verhältnisse.

Der Aufwand, den das Abtriften der Hölzer erheischt, setzt sich zusammen aus dem Arbeitserfordernisse:

a) für das Einwerfen der Hölzer in den Triftbach,
b) für das Nachtriften, und
c) für das Ausziehen, Zainen oder Lagern derselben auf den unterschiedlichen Ländplätzen.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen wird das Arbeitserforderniß der Nachtrift den größten Schwankungen unterliegen, während das Einwerfen und Auslanden sich mehr in engeren Grenzen bewegen wird. Es werden somit auch jene Einflüsse, denen das Nachtriften der Hölzer unterliegt, in erster Linie auf die Höhe des gesammten Arbeitserfordernisses maßgebend einwirken, d. h. der Leistungsaufwand bei dem Triftbetriebe wird zunächst von dem Verlaufe der Nachtrift abhängen. Sind nun die Verhältnisse derart, daß das Nachtriften der Strandhölzer mit einem geringen Arbeitsaufwande bewerkstelligt werden kann, so wird auch der gesammte Schwemmbetrieb einen befriedigenden Erfolg gewähren. Wir müssen somit alle jene Momente, welche den Triftbetrieb in der einen oder anderen Richtung, ja selbst in mehreren Beziehungen gleichzeitig beeinflussen können, in Erwägung ziehen und wollen hier zunächst nur die wichtigsten besprechen.

1. Die Länge der Triftstrecke.

Bekanntlich legt sich ein Theil der Trifthölzer an die seitlichen Begrenzungen des Wasserlaufes als Strandholz an und schließt gewissermaßen das Triftwasser oder den Stromstrich in ein mehr oder weniger geschlossenes, aber bewegliches Profil von losen Trifthölzern ein, innerhalb dessen der übrige Theil des zu triftenden Holzes unbehindert fortzuschwimmen vermag. Je länger nun die Triftstrecke ist, um so größere Holzmassen

werden längs des Triftbaches als Strandholz zurückbleiben. Nachdem nun derlei Strandhölzer häufig Stück für Stück durch die Arbeiterschaft in den eigentlichen Stromstrich zurückgeleitet, d. h. nachgetriftet werden müssen, so wird das Arbeitserforderniß mit der zunehmenden Länge des Triftbaches steigen.

2. Das Gefälle des Triftbaches.

Mit der Zunahme des Gefälles eines Triftbaches wird die Bildung von Strand- und Senkhölzern vermindert. Da auch das Heben derjenigen Hölzer, die das Vermögen, sich schwimmend fortzubewegen, verloren haben, mit zu den Geschäften der Nachtrift gehört, so wird mit der Zunahme des Gefälles auch der Aufwand der Nachtrift oder jener des gesammten Schwemmbetriebes vermindert.

3. Die Beschaffenheit des Triftbaches.

Auf den Gang des Schwemmbetriebes übt die Beschaffenheit des Längen- und Querprofiles eines Triftbaches einen hohen und hervorragenden Einfluß. Ein ungünstiges Längen- und Querprofil kann der Trift ebenso zahlreiche als namhafte Schwierigkeiten bereiten und folglich gar wesentlich zur Erhöhung des Arbeitserfordernisses beitragen.

In besonders hohem Grade wird der Triftbetrieb durch die nachfolgend aufgeführte Beschaffenheit des Längen- und Querprofils erschwert:

a) durch senkrechte Abstürze und schluchtenförmige Verengungen, die einerseits Stopfungen und Stauungen der Trifthölzer veranlassen können, deren Beseitigung dann viel Zeit und Arbeit erheischt, während andererseits eine derartige Profilbeschaffenheit auch Ursache eines höheren Triftschwundes ist;

b) durch hohe oder felsige Ufer, von denen aus ja das Entfernen und Nachtreiben der Strandhölzer nur sehr mühsam, mitunter sogar nur durch das Ablassen der Mannschaft an Seilen betrieben werden kann;

c) durch ein breites und flaches Bachprofil, in Folge dessen das Anlegen der Trifthölzer oder die Bildung von Strandholz wesentlich gefördert wird;

d) durch Untiefen mit ruhigem Wasserstande, welche wesentlich zur Bildung von Senkhölzern (Senklingen) beitragen. Das Heben aus solchen Terraineinsenkungen erfordert einen wesentlichen Mehraufwand an Zeit und Arbeit;

e) durch mit Stauden und Gesträuch dicht bewachsene Triftbachufer, welche wohl ein vortreffliches Uferschutzmittel sind, unter Umständen aber sehr hemmend auf den Gang der Nachtrift einwirken, indem sie den Zutritt zu dem eigentlichen Bachbette erschweren;

f) durch im Bachbett oder am Ufer zu Schotterbänken angehäufte Schuttmassen, welche Ursache sind, daß sich an derlei Stellen Trifthölzer in großen Mengen anhäufen und liegen bleiben. In der Wirkung sind mit den Schotterbänken auch seichte Bachstellen gleichzuhalten, weil über sie das Triftholz nicht hinwegzuschwimmen vermag;

g) durch Felstrümmer, welche in das Bachbett zahlreich eingerollt sind. Unter diesen Umständen gehört einerseits zum Abtriften ein namhafter Wasserstand, während andererseits die im Bachbette zerstreut umherliegenden Steine wesentlich zur Entstehung von Stauungen und Stopfungen der Trifthölzer, desgleichen zur vermehrten Bildung von Strandhölzern beitragen.

In ähnlicher Weise kann auch die Situation oder der Verlauf eines Triftbaches zur Bildung von Strandhölzern und somit zur Erhöhung des erforderlichen Arbeitsaufwandes beitragen. Eine zweckmäßige Regulirung und Reinigung des Bachbettes, wobei natürlich die der Trift hinderlichen Felstrümmer und Schotterbänke zu beseitigen sind, desgleichen die Anlage eines Zuganges zu den Thalengen, beziehungsweise eines Triftsteiges längs der Ufer des Triftbaches dort, wo Verklausungen am häufigsten entstehen

können, wird nicht zu vermeiden sein, wenn ein günstiger Trifterfolg angestrebt werden will.

4. Die Menge und Ausdauer des Triftwassers.

Das verfügbare Triftwasser muß nicht allein in hinreichender Menge vorhanden sein, sondern auch in genügender Dauer anhalten, damit der ganze Triftbetrieb, namentlich aber die Nachtrift, bei einem geeigneten Wasserstande betrieben werden kann. Eine Nachtrift bei niederem Wasserstande, wo jedes Strandholz mehrmals in Bewegung gesetzt werden muß, wird den Triftaufwand namhaft steigern.

Selbst dort, wo das Triftwasser durch zweckmäßig angelegte Schwellwerke geregelt werden kann, ist es für den gesammten Triftbetrieb von großem Vortheile, wenn das vorhandene Wasserquantum ein schnelles Füllen der Schwellwerke gestattet. Da aber der Wasserstand im Allgemeinen von großen Zufälligkeiten abhängt, so wird der Triftbetrieb mit Selbstwasser einen höheren Arbeitsaufwand erheischen als jener, bei dem mit künstlichen Klauswässern nachgeholfen werden kann.

5. Die Dimensionen und die allgemeine Beschaffenheit des Holzes.

Je besser die Trifthölzer schwimmen und je kürzer dieselben sind, um so weniger Senkhölzer werden entstehen. Da ferner gescheitertes oder geklobenes Holz in den Zainen oder Holzstößen besser wie Rundlinge oder Drehlinge austrocknet, so wird im Allgemeinen die Scheitertrift mit Rücksicht auf das Arbeitserforderniß das günstigste Ergebniß gewähren. Dagegen werden die leichten Scheiter in einem groben, steinigen und felsigen Triftbachbett oft ganz zersplittert und gehen demnach verloren, wodurch der Triftkalo wesentlich erhöht wird. Unter günstigen Terrainverhältnissen wird die Scheitertrift, auf rauhen und felsigen Triftstraßen dagegen die Trift des Brennholzes in Form von Drehlingen ein verhältnißmäßig günstiges Ergebniß gewähren.

Bei dem Abtriften von Nutzholz (Sägblöchern, Klötzen) wird der Aufwand mit der zunehmenden Länge dieser Hölzer in einem steigenden Verhältnisse erhöht. Wie bei der Brennholz-, so ist auch bei der Nutzholztrift der Trockengrad der Trifthölzer für das Arbeitserforderniß von maßgebendem Einflusse. Der Erfolg einer Holztrift wird mit Bezug auf den Leistungsaufwand sich um so günstiger gestalten, je trockener und leichter die Hölzer an den Triftbach geliefert werden können, und wenn gleichzeitig auch die Länge der abzutriftenden Hölzer der Beschaffenheit des Triftbaches entspricht.

6. Das Quantum des Triftholzes.

Da das Geschäft der Nachtrift in den meisten Fällen den gleichen Arbeitsaufwand erheischt, gleichviel ob ein größeres oder geringeres Quantum Holz zur Abtriftung gebracht wird, so ist es selbstverständlich, daß der durchschnittliche Leistungserfolg sich mit dem zunehmenden Triftquantum verhältnißmäßig günstiger gestalten wird.

7. Art und Beschaffenheit der Betriebsgebäude.

Zu den Betriebsgebäuden werden hier in erster Linie die unterschiedlichen Schwellwerke, dann die Fanggebäude gezählt, während in zweiter Linie mitunter auch die Uferschutzbauten zu den für die Zwecke der Trift bestimmten Objecten gerechnet werden. Die Betriebsgebäude nun, mögen sie zum Einfangen der vom Triftwasser zugeführten Hölzer

oder zu dem Zwecke dienen, das ablaufende Wasser willkürlich so lange zurückzuhalten, bis es zu einer wirksamen Wassermasse sich gesammelt hat, welche sodann nach Oeffnung des Schwellwerkes die im Bachbette liegenden Hölzer mit sich fortführt, und an ihren Bestimmungsort hinschwemmt, müssen in hinreichender Anzahl und Größe, in solider und fester Ausführung und an der richtigen Stelle erbaut sein, wenn sie auf den Arbeitsaufwand in günstiger Weise einwirken sollen.

Im höheren Maße wird der gesammte Triftbetrieb durch die Anzahl und Art der ausgeführten Uferschutzbauten beeinflußt. Diese sind in den meisten Fällen Parallelwerke, wenigstens sind diese am empfehlenswerthesten, weil sie den Triftbach in ein engbegrenztes Profil einschließen, innerhalb dessen die Trifthölzer unbehindert fortschwimmen.

Ebenso lassen sich auch die so lästigen Schotterbänke durch entsprechend ausgeführte Quer- oder Spornbauten unschädlich machen, so zwar, daß auf einem Triftbache, der in technisch richtiger und gleichzeitig auch in ausreichender Weise durch Längen- und Querbauten verbaut worden ist, das Nachtriften gänzlich entfallen kann oder doch nur mit dem Aufwande geringer Mittel wird bewerkstelligt werden können. Selbstverständlich erfordern derartige Triftbachverbauungen ein bedeutendes Anlagecapital und namhafte Erhaltungskosten, die, wenn damit allenfalls nicht auch andere Zwecke unter Einem — Schutz fremder Gründe u. dgl. — verfolgt werden, niemals mit den Ersparnissen am gesammten Triftaufwande in Einklang zu bringen sein werden.

8. Geologische und geognostische Beschaffenheit des Sammel- und Durchflußgebietes, sowie die damit im Zusammenhang stehende Geschiebeführung eines Triftbaches.

Bekanntlich bedingt die geologische und geognostische Beschaffenheit des Sammel- und Durchflußgebietes eines Triftbaches dessen Geschiebeführung und wird die Höhe dieser Einflußnahme zunächst durch die nachstehend aufgeführten Eigenheiten der herrschenden Gesteinsarten und Bodenformungen in einem mehr oder minder hervortretenden Umfange bedingt:

a) Durch die Zusammensetzung der Gesteinsmassen.

Je loser und lockerer das Material des Sammel- und Durchflußgebietes eines Triftbaches ist, um so weniger wird dasselbe den mechanischen Einwirkungen des Wasserabflusses genügenden Widerstand zu leisten vermögen. Zu den Böden mit ungünstiger Zusammensetzung rechnet man unter andern Molasse, weiche Schiefer- und Sandsteine u. dgl., ebenso die im Hochgebirge vorkommenden alten Schutthalden, das Verwitterungsproduct der Jahrhunderte.

b) Durch die Gesteinsmassen und Structur.

Je fester eine Gesteinsart ist, um so größeren Widerstand setzt sie einerseits dem Verwitterungsprocesse, andererseits der mechanischen Kraft des Wassers entgegen.

c) Durch das Streichen der Schichten,

beziehungsweise deren Einfallen oder Lagern, indem auch davon der Grad der Zersetzbarkeit und Widerstandsfähigkeit einer Gesteins- oder Gebirgsart wesentlich abhängt. Je leichter beispielsweise die Lagerung der Schichten den Eintritt der atmosphärischen Niederschläge gestattet, um so rascher wird die mechanische und chemische Zersetzung fortschreiten. Dies ist namentlich häufig der Fall bei den Schieferarten, die je nach Verschiedenheit ihrer Schichtenstellung mehr oder minder rasch der Verwitterung unterliegen.

d) Durch die Beschaffenheit der Gebirgsformen.

Vom Grade der Steilheit eines Niederschlaggebietes hängen auch die Gefällsverhältnisse der Wasserläufe ab, und je größer das Gefälle eines Baches ist, um so fühlbarer wird sich dann der mechanische

Einfluß der abstürzenden Wässer auf ihre Umgebung äußern. Die Geschiebebildung ist bekanntlich auf zwei Quellen zurückzuführen, und zwar in erster Linie auf den allgemeinen Verwitterungsproceß, dem alle Gesteins- und Erdmassen in mehr oder minder hohem Grade unterliegen, in zweiter Linie auf die Entstehung von Terrainbrüchen, wodurch große Erd- und Schuttmassen dem Bache zugeführt werden können.

Betrachten wir einmal einen geschiebelosen, ruhig dahinfließenden Gebirgsbach, so sehen wir, daß sich das Wasser in der Mitte des Bachbettes eine ausgesprochene Abflußrinne geschaffen hat und daß der Stromstrich stets parallel zu den beiderseitigen Ufern führt. Denken wir uns nun den Fall, es würden einem solchen Bache oder Flusse von seinen Seitengräben Geschiebe im größeren Umfange zugeführt, so werden wir in kurzer Zeit die Wahrnehmung machen können, daß sich in der Abflußrinne Geschiebeablagerungen, d. i. Sand- und Schotterbänke bilden, da die Geschiebe vom Wasser je nach ihrem Gewichte nur langsam fortgeschoben und nicht wie die im Wasser gelösten Theile fortgetragen werden. Diese Ablagerungen von Sand und Schutt zu mehr oder minder umfangreichen Schotterbänken sind aber keine dauernden, weil das unausgesetzt arbeitende Wasser an ihnen fort und fort Veränderungen in der Weise erzeugt, daß in Folge der Wasserstauung, welche die Schotterablagerung verursacht, das Geschiebe an der stromaufwärts vorgeschobenen Partie der Ablagerungen hinweggespült und vom Wasser fortgeschoben wird, um sofort an dem stromabwärts gelegenen Kopf der Schotterbank neuerdings abgelagert zu werden, nachdem dort das Wasser unter dem Einflusse der Bank an fortbewegender Kraft verloren hat.

Wir können somit an allen Schotter- und Sandbänken eine Bewegung stromabwärts wahrnehmen, die um so sichtlicher vor sich gehen wird, je größer das Gefälle des Baches und je mächtiger die Wassermassen desselben werden. Welch' großartige Veränderungen nehmen wir nach einem Hochwasser an unseren Gebirgsbächen wahr! Hier ist eine mächtige Ablagerung von Sand und Kies gänzlich verschwunden, dort tauchen wieder neue Schuttablagerungen in den mannigfachsten Gestaltungen und Ausdehnungen aus dem Bachbette empor. Es liegt auf der Hand, daß in dem Gerinne eines Baches, wo derlei Ablagerungen stattfinden, der Stromstrich nicht mehr seinen normalen Lauf, d. i. parallel zu den Ufern, nehmen kann; denn diese Ablagerungen sind ja mechanische Hindernisse, an denen der Wasserlauf gebrochen und aus seiner natürlichen Richtung geworfen werden muß.

Das Wasser oder der Stromstrich wird unter solchen Verhältnissen von einem Ufer an das andere gedrängt und muß in Folge dessen die seitlichen Bachbegrenzungen in einem höheren Maße unterspülen und bedrohen, als wenn derselbe in der Mitte des Gerinnes seinen normalen Lauf nehmen würde. Wir sehen aber auch, daß derartige Geschiebeablagerungen die alleinige Ursache sein können, daß bestehende Objecte erhöht werden müssen, d. h. daß in Folge von massenhaft abgelagertem Schutt der Bach gezwungen wird, den in der Tiefe verlorenen Raum sich auf Kosten der seitlichen Begrenzungen neu zu schaffen. Wir sehen noch weiter, daß nur in Folge eines geänderten Stromstriches Objecte, die lange Zeit ihren Zweck in einer befriedigenden Weise erfüllten, plötzlich unterspült und zum Einsturz gebracht wurden.

Diese Thatsachen, die fort und fort an allen Gebirgsbächen beobachtet werden können, führen zu dem Schlusse, daß mit der zunehmenden Geschiebeführung eines Baches auch die Kosten für die Erhaltung seiner seitlichen Begrenzungen im arithmetischen Verhältnisse wachsen. Selbstverständlich wird der nachtheilige Einfluß des hin- und hergeworfenen Stromstriches auf die seitlichen Begrenzungen um so fühlbarer, wenn die Bäche oder Flüsse für den Holztransport oder die Trift mit oder ohne Klauswasser in Anspruch genommen werden. Neben dem entschieden vermehrten Aufwande für Uferschutzbauten sind das Maß der Geschiebe, die ein Bach mit sich führt, und die hiedurch verursachten Ablagerungen auch von einem weiteren Einflusse auf das Triftgeschäft und auf die damit verbundenen Manipulationsarbeiten in den Rechenhöfen und auf den Ländplätzen.

Die umfangreichen Schotterbänke, die versandeten und verflachten Uferpartien veranlassen die Bildung zahlreicher Strandhölzer, erhöhen somit den Aufwand der Nachtrift, a es müssen unter Umständen sogar solche Bänke mit einem Aufwande bedeuender Kosten beseitigt werden, wenn die Trift selber nicht ganz in Frage kommen soll, ährend die von den Hochfluten fortgewälzten Schuttmassen die Klaus- und Rechenhöfe n kurzer Zeit derart anfüllen, daß deren Räumung und Erhaltung alljährlich wiederhrende, unter Umständen sehr namhafte Auslagen erheischt. Durch die massenhafte Zu-

führung des Geschiebes in die Rechenhöfe während des Schwemmbetriebes werden auch die daselbst eingetrifteten Hölzer oft mit einer namhaften Schuttmasse überdeckt, so daß das spätere Heben derselben abermals mit großen Kosten verbunden ist.

Die Geschiebebildung, mag sie ihre Entstehung dem natürlichen Gange der Verwitterung oder Terrainbrüchen oder auch beiden Quellen verdanken, kann sich auf den Schwemmbetrieb im Speciellen oder auf das gesammte Erforderniß im Allgemeinen einflußnehmend äußern:

a) Durch eine zunehmende Verwilderung des Bachbettes in Folge eingerollter Felsblöcke oder dadurch, daß sich da und dort Schotterbänke bilden, die ja bekannterweise zur Mehrung der Strandhölzer beitragen;

b) durch eine umfangreiche Füllung der Klaus- und Rechenhöfe mit Geschiebe oder Sand, deren nachfolgende Räumung mitunter einen hohen Arbeitsaufwand erheischt;

c) durch die Nothwendigkeit der Ausführung von Uferschutzbauten, wenn die seitlichen Hänge eines Triftbaches in Folge von Querströmungen, welche zum großen Theile durch entstandene Schotterbänke hervorgerufen wurden, verrüft und in Bewegung gerathen sind;

d) durch einen erschwerten Zugang zum Triftbach, wenn einzelne Uferstrecken in Folge von Terrainbrüchen ein Betreten derselben ausschließen;

e) durch Erschwerung des Ausziehens der mit Sand und Geschiebe überdeckten Senkhölzer und durch Vermehrung des Triftschwundes, indem einzelne Hölzer durch Ueberschotterung gänzlich verloren gehen können.

Wir sehen somit, daß der gesammte Triftaufwand durch den Umstand, ob und in welchem Grade ein Triftbach Geschiebe und Gerölle mitführt, wesentlich beeinflußt werden kann, und daß sich dieser Mehraufwand mit der Zunahme der Geschiebeführung steigern muß.

Selbstverständlich kann von einem geschiebeführenden Triftbache nur insolange die Rede sein, als er nicht durch seine allgemeine Beschaffenheit in die Reihe der Wildbäche eintritt, wo dann überhaupt von einem Triftbetriebe abgesehen werden muß.

9. Die allgemeine Lage der Durchflußstrecke eines Triftbaches.

Strandhölzer sind in jenen Oertlichkeiten, wo der Triftbach bei Wohnstätten vorbei oder durch Ortschaften hindurchführt, der Entwendung im hohen Grade ausgesetzt. Um nun einerseits dieser nicht unbeträchtlichen Steigerung des Triftkalos oder Holzverlustes vorzubeugen und auch andererseits zu verhüten, daß nicht während des Betriebes Verklausungen am Triftbache innerhalb der Ortschaften entstehen können, die zu namhaften Schadenersatzansprüchen führen würden, muß der Triftbach während des Schwemmbetriebes in einem höheren Maße durch aufgestellte Hüter überwacht werden. Die sorgfältigere Ueberwachung des Triftbaches und der gesteigerte Triftkalo vermehren aber auch den Aufwand des Schwemmbetriebes. In ähnlicher Weise wirken auch die auf einem Triftbache vorhandenen Wasserwerke, Wehren, Schleusen, Schwellen u. s. w., an denen jede Beschädigung, welche nachweislich durch den Triftbetrieb verursacht wurde, von dem Triftunternehmer vergütet werden muß. Auch unter solchen Verhältnissen kann der Triftaufwand gesteigert und damit der Erfolg vermindert werden. Wir sehen somit, daß der Umstand, ob ein Schwemmbach durch Ortschaften führt oder ob derselbe zahlreiche Wasserwerke enthält, den Arbeitsaufwand des Triftbetriebes wesentlich zu beeinflussen vermag.

10. Anzahl und Eignung der verfügbaren Arbeiterschaft.

Unter schwierigen Verhältnissen — und solche sind im Hochgebirge nahezu an einem jeden Triftbache in einem mehr oder minder hohen Grade vorhanden — erheischt der

Triftbetrieb eine zahlreiche, kräftige und gewandte Arbeiterschaft, die zudem außer einer entsprechenden Schulung und der Vertrautheit mit der gesammten Betriebsmanipulation auch mit den Eigenheiten des Triftbetriebes bis in das kleinste Detail bekannt sein muß.

Wie oft wird nicht bei einem Triftbetrieb durch ein rasches und verständiges Eingreifen der Arbeiterschaft ein großer Schaden verhütet, der unfehlbar eintreten müßte, wenn eine durch momentane Ereignisse nothwendig gewordene Maßnahme nicht rechtzeitig oder nicht in richtiger Weise ergriffen würde, beispielsweise bei dem plötzlichen Eintritte eines Hochwassers oder bei Verklausungen, Rechendurchbrüchen u. s. w. In der gleichen Weise wird auch der Arbeitsaufwand wesentlich erhöht, wenn der gesammte Schwemmbetrieb, namentlich aber die Nachtrift aus Mangel an geeigneten Arbeitskräften in die Länge gezogen werden muß; denn nur ein rasches Beenden der Trift sichert den Erfolg und vermindert die Gefahren, denen der Schwemmbetrieb ausgesetzt ist. Soll daher der Erfolg einer Trift befriedigen, dann muß dieselbe mit geübten, wohl disciplinirten und ausreichenden Arbeitskräften betrieben werden.

11. Die Stellung der Zaine zum Triftbache.

Es bedarf wohl keiner weiteren Erörterung, daß das Arbeitserforderniß der Trift auch von dem Umstande namhaft beeinflußt wird, wo und in welcher Entfernung vom Triftbache das Holz gezaint oder gestellt werden muß, d. h. ob dasselbe auf eine gewisse Entfernung zum Triftbache getragen oder ob es unmittelbar in diesen geworfen werden kann oder endlich, ob das Holz nicht im Winter direct in das Bett des Schwemmbaches verleert wurde.

§. 281. Der Triftbetrieb.

Derselbe umfaßt das Einwerfen der Hölzer in den Bach oder das Anwässern und das Nachtreiben derselben bis an die Fanggebäude, welches Geschäft wir als Nachtrift bezeichnen. Bevor an die eigentliche Trift geschritten wird, muß auf Grund einer eingehenden Prüfung des für den Holztransport zu Wasser in Aussicht genommenen Baches entschieden werden darüber, ob sich dieser hiefür eigne oder ob derselbe erst durch Anlagen für den vorgehabten Zweck einzurichten sei. Wir werden daher in Erwägung zu ziehen haben, ob der Bach ausreichende Wassermassen besitze, um mit Selbstwasser die Trift betreiben zu können oder ob die Errichtung von Schwellwerken als Nothwendigkeit sich herausstelle, ob und welche Vorkehrungen in erster Linie zum Schutze der Ufergelände und zur Verminderung der Geschiebe getroffen werden müssen. Im letzteren Falle wäre ein Correctionsplan zu verfassen, wobei gleichzeitig die zunächst auszuführenden oder dringlichen Bauten zu verzeichnen sind, ferner welche Arbeiten zur Reinigung des Bachbettes sich als nothwendig ergeben, ob die Ufer begangbar sind, und endlich ob künstliche oder natürliche Abzweigungen des Triftbaches vorhanden sind, in welche dann die Hölzer während der Trift vertragen werden könnten.

Auf Grund dieser localen Erhebungen muß sodann zunächst an die Herstellung des als nothwendig Erkannten geschritten werden, und zwar:

1. Wenn der gewöhnliche Triftwasserstand nicht zureicht, so müssen Schwellwerke an den geeigneten Stellen und in entsprechender Größe ausgeführt werden.

2. Die bereits angegriffenen Uferpartien sind innerhalb des Rahmens des Correctionsplanes durch dauerhafte Objecte zu versichern.

3. Bedeutende Hindernisse im Triftbache, beispielsweise eingerollte Felsbrocken, die Verengungen des Bachbettes veranlassen, sind zu entfernen, beziehungsweise thunlichst zu beseitigen, wenn hieraus Stauungen oder Stopfungen der Trifthölzer entstehen können.

Die Reinigung des Triftbaches muß in einem erhöhten Maße platzgreifen, wenn auch das Triften von Nutzholz im Plane liegen sollte.

4. Die vorhandenen Schwellwerke für Industriezwecke (Wehren) sind mittelst einer festen Ueberdielung gegen die Angriffe des Triftholzes zu schützen; desgleichen ist auch das Sturzbett oder Vorfeld bei den vorhandenen Stauwehren zu untersuchen, ob es dem erhöhteren kolkenden und zerstörenden Einflusse der abstürzenden Trifthölzer widerstehen werde oder ob auch in der Richtung schützende Vorkehrungen sich als nothwendig herausstellen.

5. Auf breiten Triftbächen müssen beide, auf schmalen das eine Ufer begangbar sein oder durch Anlage eines Triftsteiges für diesen Zweck eingerichtet werden. Es genügt, wenn zunächst alle größeren Hindernisse entfernt werden; desgleichen sind in entsprechenden Entfernungen Brücken oder Triftstege anzulegen, damit die Triftmannschaft während der Trift den Bach überschreiten kann. An steilen und elsigen Hängen ist die Herstellung gut gangbarer und sicherer Triftsteige unerläßlich.

6. Die vorhandenen natürlichen oder künstlichen Abzweigungen des Triftbaches müssen durch Abweisrechen geschlossen werden.

7. Die nothwendigen Fanggebäude sind herzustellen und vor dem Beginne der Trift einzuspindeln, beziehungsweise für das Abweisen oder Ansammeln der Hölzer herzurichten; desgleichen sind auch die Ländplätze in Stand zu setzen.

Sind alle Vorkehrungen zu einer entsprechenden Benützung eines Baches für den Holztransport getroffen, die abzutriftenden Hölzer an die Triftstraße geliefert, die größten Schneewässer abgeflossen, so kann mit der Trift begonnen werden, die möglichst zu beschleunigen ist, weil erfahrungsgemäß mit der zweiten Hälfte des Juni eine gewitterreiche Zeit eintritt, die dann Hochwässer im Gefolge haben kann.

Gewöhnlich werden die zum Triftbach gelieferten Hölzer am Ufer derart auf einen Unterlagbaum oder auf Grundschwellen, Drehlinge u dgl. rauh gezaint, so daß mit der einfachen Lüftung des Unterlagsholzes der ganze oder zum mindesten ein großer Theil des Zaines in das Bachbett einstürzt, während der Rest mittelst Menschenhand nachgeworfen wird. Unmittelbar vor Klausen mit Schlagthoren werden die Hölzer schon während der Lieferung zu Land in das Bachbett zu mehr oder minder großen Haufen eingeworfen, die dann von dem Klauswasser gehoben und fortgeführt werden. Im Gebirge, wo die Hölzer nicht immer am Ufer des Triftbaches gezaint oder gelagert werden können, werden dieselben auf den unterschiedlichen Lieferanstalten bis in die unmittelbare Nähe des Triftbaches geliefert, dort auf geeigneten Plätzen gesammelt und dann auf einer Schupfriese oder mittelst eines Erdgefährtes während des Triftbetriebes in den Triftbach eingeführt. Selbstverständlich muß das Einwerfen oder „Anwässern" stets mit Rücksicht auf den Fassungsraum und die Beschaffenheit der Fanggebäude erfolgen und vor Beginn der Trift nach den localen Erfahrungen geregelt werden. Jene Stellen der Triftstrecke, an welchen in Folge der ungünstigen Profilbeschaffenheit der Triftstraße Stopfungen und Stauungen der Trifthölzer zu befürchten sind, müssen durch eine genügende Anzahl von Arbeitern unausgesetzt überwacht werden, welche die allfälligen Anstauungen — Verklausungen — sofort zu beseitigen haben. Desgleichen sind auch Brückenobjecte und das Fanggebäude unter stete Ueberwachung zu stellen.

Mit der Abtriftung wird zunächst in den Seitengräben begonnen, weil an dergleichen Oertlichkeiten sich einerseits der Trift die größten Schwierigkeiten entgegenstellen, andererseits daselbst ein Verrinnen des erforderlichen Triftwassers am ehesten eintritt. Von hervorragender Bedeutung für das gesammte Triftgeschäft ist nebst der

richtigen Wahl der Zeit, wann mit der Trift begonnen werden muß, die zweckmäßige und bis in das kleinste Detail geregelte Ausnützung der Schwellwerke. Nachdem der Effect einer jeden einzelnen Klause, sowie die Wirksamkeit aller insgesammt bekannt ist, so ist es auch möglich, das Oeffnen der einzelnen Klausen auf die Minute * derart zu regeln, daß die Klauswässer nicht allein in den Seitengräben, sondern auch am Hauptbache selbst noch in einer erfolgreichen Weise wirken können.

Sind die Hölzer in den Seitengräben eingewässert, so wird alsogleich mit der Nachtrift begonnen und diese dann auf dem Hauptbache fortgesetzt. Dieselbe besteht in dem Einführen oder Einkehren der Strandhölzer in den Stromstrich, mit welcher Arbeit stets rückwärts, d. i. in den entferntesten Theilen des gesammten Triftgebietes begonnen wird. Die Nachtrift wird bis an die Fanggebäude betrieben, jedoch nur auf jene Hölzer ausgedehnt, welche noch das Vermögen im Wasser zu schwimmen besitzen, während die Senkhölzer erst nach beendeter Nachtrift mittelst Flößhaken gehoben und am Ufer des Triftbaches locker gezaint werden. Die Senkhölzer bleiben bis zur nächstjährigen Trift und werden, wenn es ungespaltene Brennholzstücke sind, behufs der besseren Austrocknung aufgespalten.

§. 282. Der Triftaufwand.

Nach dem Vorausgegangenen gelangen wir zu der Schlußfolgerung: Am wesentlichsten wird der gesammte Triftaufwand von der verfügbaren Wassermenge und von der allgemeinen Beschaffenheit des Triftbaches beeinflußt und ist der Unterschied im Arbeitserfordernisse, je nachdem die Hölzer auf einer regulirten oder auf einer rauhen und wasserarmen Triftstraße mit oder ohne Beihilfe von Klaus-, beziehungsweise Schwellwässern getriftet werden sollen, ein so großer, daß bei Aufstellung des ziffermäßigen Erfordernisses an Arbeit diesen ausschlaggebenden Factoren im Speciellen Rechnung getragen wurde.

Die Tabelle XLV enthält den Arbeitsaufwand, den das Abtriften oder Schwemmen des unterschiedlichen Brennholzes erheischt, wobei jedoch einerseits eine abnorme Beschaffenheit der Triftstraße ausgeschlossen ist, während andererseits ein Triftquantum von mindestens 5000 rm³ vorausgesetzt wird. Schwankt dagegen dasselbe zwischen 3000—5000 rm³, so kann sich das in der Tabelle bezifferte Erforderniß um 10%, bei einem Triftquantum unter 3000 rm³ sogar um 20% höher stellen.

Unter dem in Tabelle XLV berechneten Arbeitserfordernisse ist nur das Einwerfen und Nachtriften des Holzes bis in den Rechenhof verstanden, während die Manipulationsarbeiten auf den Ländplätzen, d. i. das Ausziehen, Sortiren und allfällige Scheitern, sodann das Zainen und Lagern hierunter nicht inbegriffen sind.

Das Abtriften von 3—6 m langen Stammholzabschnitten (Klötzen-, Bloch- oder Schnitthölzern) auf mittelguten Triftstraßen erfordert bei Anwendung von Klauswasser oder bei Benützung von besserem Selbstwasser pro Stück einen Arbeitsaufwand, und war bei einer Triftstrecke

---

* Als das zweckmäßigste Mittel müssen wohldurchdachte, auf langjährige Erfahrungen basirte Instructionen und Vorschriften bezeichnet werden, welche für jedes specielle Triftgebiet zu verfassen und bekannt zu geben wären. Wir verweisen auf die vorzüglichen Vorschriften Bayerns für die Triftgebiete in den bayrischen Alpen.

bis	2 km	von	0·02—0·04	Tagschicht
„	3 „	„	0·03—0·06	„
„	4 „	„	0·04—0·08	„
„	5 „	„	0·05—0·10	„
„	6 „	„	0·06—0·12	„
„	7 „	„	0·07—0·14	„
„	8 „	„	0·08—0·16	„
„	9 „	„	0·09—0·18	„
„	10 „	„	0·10—0·20	„
„	12 „	„	0·12—0·24	„

II. Abschnitt. Das Triften der Hölzer über stehende Gewässer.

§. 283. Das Wesen und der Vorgang der Trift über stehende Gewässer.

In den Alpen werden die daselbst zahlreich vorhandenen Gebirgsseen für den Holztransport in der Weise ausgenützt, daß das in den See eingetriftete Holz in Bögen gefangen und mittelst Zuhilfenahme von Schiffen über denselben gezogen wird. Diese Holzbögen (Fig. 204) werden aus 8—14 m langen, 15—20 cm starken, unter einander mit 0·5—1·0 m langen Bogenketten verbundenen Rundhölzern gebildet, die man an den Enden vier-, sechs- oder achtkantig bezimmert. Dieselben haben die Aufgabe, das in den See eingetriftete oder eingeworfene Holz in einen Bogen zu umschließen, innerhalb dessen die Hölzer lose, aber dichtgedrängt schwimmen.

Diese Art des Holztransportes, d. i. in Bögen über die Gebirgsseen, nennt man das „Holzrahmen“.*

Die eigentliche Fortbewegung des gefüllten und geschlossenen Bogens, der oft mehrere Hundert von rm³ Holz enthält, wird in der Art bewirkt, daß derselbe mit einem Schiffe verbunden wird, welches in einer bestimmten Entfernung an eine Pilote (Pfahl oder Haftstecken) befestigt ist. Mit Hilfe eines Haspels a (Fig. 205), welcher im Schiffe angebracht ist, wird dann der am Seile b hängende Bogen langsam bis an das Schiff und in gleicher Weise von einem Haftstecken zu dem andern gezogen, so zwar, daß der Bogen und damit das von ihm umschlossene Holz längs des Ufers an jeden beliebigen Ländplatz überführt werden kann. Selbstverständlich hängt der Erfolg dieser Transportweise von der Beschaffenheit der Witterung ab und kann der Eintritt eines heftigen Windes das Geschäft ungemein verzögern. Bei einem größerem Wellenschlage wird das Holz, wenn nicht der Bogen noch rechtzeitig in eine geschützte Bucht hineingezogen werden konnte, aus demselben gänzlich oder doch zum großen Theile herausgeschlagen und muß dann mit namhaftem Aufwande an Zeit und Arbeit mittelst Schiffen in kleinen Bögen zusammengefangen werden.

§. 284. Betrieb und Betriebsaufwand.

Ein gewöhnlicher Bogen umfaßt 400 rm³, ein großer bis 1000 rm³ und sind im ersten Falle 8—10 Stück, im letzteren 15—16 Stück 12—14 m lange Bogenbäume

* In den Gebirgswaldungen der oberbayrischen Saline wird das Holzrahmen die Trift mit Scheren genannt, und heißt der Bogen Schere, die Bogenbäume Scherbäume und die Bogenketten Scherketten.

erforderlich. Zur Fortbewegung des Bogens ist ein Schiff (Windenplätte oder Bockzille) mit einem Haspel, einem 3 cm starken, 100—120 m langen Seil, dann vier Arbeitern als Bedienungsmannschaft erforderlich, während die Ueberwachung des Bogens durch ein bis zwei kleinere Schiffe (Seeplätten) mit je zwei Mann zur Bedienung besorgt wird, d. h. es fällt diesen die Aufgabe zu, die ausspringenden Hölzer wieder zurück in den Bogen einzuführen. Unter günstigen Verhältnissen wird der Bogen mit einer Geschwindigkeit von 0·10—0·14 m per Secunde fortbewegt. Das Ueberführen * eines Bogens mit circa 400 rm³ 1—2 m langen Brennholzes erfordert daher per km Seefahrt einen Arbeitsaufwand von 0·005—0·01 Tagschicht per rm³, wobei die Nachtwache eingerechnet ist, wenn die Ueberführung eines Bogens mehr als einen Tag in Anspruch nimmt.

Wenn wir zu diesem Erfordernisse noch den Aufwand für das Beistellen der Bogenbäume, das Zusammenstellen des Bogens, das Umfangen des eingetrifteten Holzes und den Rücktransport der Bogenbäume hinzurechnen, so erfordert das Ueberrahmen von 1 rm³ 1—2 m langen Brennholzes einen Aufwand bei einer Triftstrecke bis

1000	m	von 0·010—0·02	Tagschicht
2000	„	„ 0·015—0·03	„
3000	„	„ 0·020—0·04	„
4000	„	„ 0·025—0·05	„

Wenn aber die Hölzer in den See geworfen werden sollen und erst dann zu überrahmen sind, so erfordert 1 rm³ 1—2 m langes Brennholz auf einer Triftstrecke von

1000 m	einen	Aufwand	von 0·020—0·05	Tagschicht
2000 „	„	„	„ 0·025—0·06	„
3000 „	„	„	„ 0·030—0·07	„
4000 „	„	„	„ 0.035—0·08	„
5000 „	„	„	„ 0·040—0·09	„

§. 285. Aufwand für die Herstellung der erforderlichen Schiffe.

a) Die Herstellung eines 10 m langen, 1·7 m breiten und 0·75 m tiefen Schiffes (Fig. 205) sammt Haspelvorrichtung erfordert an

Material:

9 Stück 40 mm dicke und 10 m lange Bretter (Schiffladen),
18 Stück 7er Kipfen,**
1 Stück 2 m langes, 80 mm starkes Brett,
1 Stück 2 m lange, 130 mm dicke Rolle,
10 Stück 6er Hirnnägel, ***

---

* Am Traunsee erfordert das Ueberrahmen von circa 400 m³, bei der Seelänge von 8 km 2 Tage und 8 Arbeitskräfte, mehr 3—4 Nachtschichten, für die Ueberwachung des Bogens in der Nacht.

** 7er Kipfen sind 3 m lange, 12 cm starke Stammabschnitte mit einem nahezu unter rechtem Winkel abstehenden 0·8 m hohen Wurzelstücke.

*** Beim Schiff- und Wasserbau kommen gewöhnlich folgende Sorten von Nägeln in Verwendung:

7er Schiffnägel (Hirnnägel)	18·4 cm lang	ganze Scharnägel	9·0 cm lang
6er Schiffnägel	15·8 „ „	halbe „	8·0 „ „
7er Bodennägel	14·5 „ „	„ „	7·0 „ „
6er „	13·0 „ „	„ „	6·3 „ „
kleine „	12·0 „ „	Pfenignägel	6·0 „ „
ganze Scharnägel	10·5 „ „	„	5·0 „ „
„ „	10·0 „ „	Lattennägel mit Flügel und Kopf	10 cm „

120 Stück 7er Bodennägel,
60 Stück 6er Bodennägel,
200 Stück Holznägel,
200 Zwecken,
3½ kg Schiffsklammern, dann Holzspähne und Moos zum Schoppen der Fugen.

Für die Haspelvorrichtung ist erforderlich:

2 Stück eiserne Kreuze zum Einlegen der Walze und vier Ringe (9 kg),
2 Zapfen zu der hölzernen Walze (7 kg),
2 Zughacken für das Schiff und Seil (3½ kg),
1 Stück 2 m langes Rundholz für die Walze (0·02 fm*),
1 kleine Stange zu den 4 Armen der Walze.

Arbeit.

Die Anfertigung des Schiffes erfordert 15 Tagschichten, die Herstellung der 1·6 m langen und 17 cm starken Walze sammt den 4 Armen, die Befestigung der Zapfen, Ringe und Kreuze an die Schiffswandung 1·5 Tagschichten.

Weiters gehören noch zur vollen Ausrüstung des Schiffes 4 Stück Seile mit 360 m Länge im Gewichte von 144 kg und 4 Kehrruder.

b) Die Herstellung eines 9 m langen, 1 m breiten und 0·5 m tiefen Schiffes (Plätte, Trauner) zur Ueberwachung der Bögen erfordert an

Material:

5 Stück 9 m lange, 40 mm starke Bretter,
3 Stück 8 m lange, 20 mm starke Bretter.
16 Stück 9er Kipfen, *
80 Stück 7er Bodennägel,
30 Stück 6er Bodennägel,
20 Stück große Scharnägel,
1·5 kg Schiffsklammern,
1·7 m lange Anheftkette.

Arbeit:

Das Zusammenstellen des Schiffes erfordert 12 Tagschichten,
4 Stück Ruder und 1 Wasserschöpfer 3·8 Tagschichten.

§. 286. Die Hanfseile.

Die Hanfseile finden heute noch bei dem Holzrahmen, Holzseilen u. dgl. im forstlichen Transportwesen eine hervorragende Verwendung. Die Seile bestehen gewöhnlich aus einem ungedrehten Kern aus Hanf und vier oder auch mehr Litzen, welche aus einer Anzahl Fäden gebildet werden, wobei Litzen und Fäden unter einem Winkel von 30—60° derart gedreht sein müssen, daß die Drehung der Fäden in der Litze von links nach rechts, jene der Litzen im Seile dagegen von rechts nach links erfolgt ist. Der Kern oder die Seele verhindert das Eindringen der in einer Schraubenlinie zusammen-

* 9er Kipfen sind 2 m lange, 10 cm starke Stammabschnitte mit einem nahezu unter rechtem Winkel abstehenden 0·7 m langen Wurzelstücke.

gewundenen Litze in den inneren cylindrischen Hohlraum eines Seiles. Durch die Anfertigung des Seiles wird die Länge der Litzen um 10–15% verkürzt.

Redtenbacher nimmt für den cm² Seilquerschnitt einen absoluten Festigkeitscoefficienten von 510 kg, Weißbach von 500 kg an, und bemerken Beide, daß bei einer dauernden Inanspruchnahme von der obigen Belastung ein Fünftel per cm² Querschnitt einem Hanfseile nur zugemuthet werden dürfe, was circa 100 kg per cm² betragen würde. Wäre beispielsweise P die Tragfähigkeit eines Hanfseiles in kg und d dessen Durchmesser in cm, so ist der Querschnitt $\frac{d^2\,\pi}{4} \cdot 100 = P$ oder $d = 0{\cdot}113\,\sqrt{P}$ und $P = 78{\cdot}5\,d^2$. Für die Praxis genügt es, wenn $P = 100 \cdot d^2$ oder $d = {}^1/_{10}\sqrt{P}$ gesetzt wird. Zum Abseilen eines Stammes, dessen wirksames Gewicht 1000 kg* betragen würde, wäre daher ein Seil von der Stärke $d = {}^1/_{10}\sqrt{1000} = 1$ cm erforderlich. Nachdem nasse oder getheerte Seile 25% an ihrer Tragfähigkeit einbüßen, so muß in einem solchen Falle der Querschnitt des erforderlichen Seiles um ¼ stärker, daher mit 1·25 cm bemessen werden.

Weißbach empfiehlt für die Berechnung des Durchschnittsgewichtes G eines Meter nicht getheerten Hanfseiles die Formel: $G = 0{\cdot}09\,d^2$ und für getheerte Seile $G = 0{\cdot}108\,d^2$, $d = 1{\cdot}1 \times 0{\cdot}113\,\sqrt{P}$, daher $G = 0{\cdot}00166\,P$ oder $P = 602 \cdot G$. Wird in die erstere Formel $G = 0{\cdot}09\,d^2$ für d der Werth $0{\cdot}113\,\sqrt{P}$ eingeführt, so ist $G = 0{\cdot}00115\,P$ oder $P = 870\,G$.

Die Güte und Tragfähigkeit eines Seiles wird bedingt:

1. von der Güte und Beschaffenheit des Rohmaterials und dessen Zubereitung;**

2. von der Art und Verwendung des Seiles, d. h. von dem Umstande, ob das Seil im trockenen oder nassen Zustande Verwendung findet. Seile, die nur im trockenen Zustande benützt werden, können, wenn sie aus gutem Material gefertiget sind, mehrere Jahre anbauern, sind aber, wenn sie beim Flößereibetriebe benützt werden, zumeist schon nach einigen Monaten unbrauchbar. Das Theeren der Seile erhöht wohl deren Dauerhaftigkeit, vermindert aber gleich der Nässe deren Tragvermögen um circa 25%. Um die Seile von dem schädlichen Einflusse der Nässe möglichst zu schützen, müssen schon die einzelnen Litzen getheert werden. Wenn die getheerten Litzen noch in warmem Zustande zu einem Seile gedreht werden, so wird dieses dichter, aber auch steifer als die kalt registrirten, d. h. als wenn die bereits erkalteten Litzen zur Verarbeitung gelangen;

3. mit der Stärke der Drehung der Litzen, beziehungsweise mit deren zunehmender Verkürzung bei Anfertigung eines Seiles nimmt nach Versuchen von Muschenbroock die Tragfähigkeit der Seile ab;

4. mit der zunehmenden Anzahl der Fäden steht das Wachsen der Tragfähigkeit eines Seiles in keinem gleichen Verhältnisse, d. h. Seile, die aus einer größeren Fadenanzahl gefertigt werden, haben eine relativ geringere Festigkeit.

III. Abschnitt. Das Verführen der Hölzer mittelst Schiffen.

§. 287. Das Wesen der Transportweise und der Transportaufwand.

Die großen Schwierigkeiten, die aus den Witterungsverhältnissen dem Holztransporte mittelst Bögen erwachsen und der nicht unansehnliche Holzverlust (Kalo) sind Ursache, daß das Holzrahmen mehr und mehr durch den Holztransport mittelst Schiffen verdrängt

---

* Wäre ein Stamm von 3 fm³ oder 3300 kg Gewicht auf einem unter 40° geeigneten Berghange abzulassen, so ist das Bestreben zum Niedergleiten, wenn 0·4 der Reibungscoefficient wäre,

$$P = (\sin\alpha - f\cos\alpha)\,Q = (0{\cdot}64 - 0{\cdot}4 \cdot 0{\cdot}77)\,3300 = 1000\text{ kg}.$$

** Als ein gutes Rohmaterial gilt der russische, elsässer und schlesische Hanf, desgleichen der aus dem Breisgau.

wird. Die zu diesem Behufe in Verwendung kommenden Schiffe oder Plätten haben gewöhnlich eine Länge von 25—30 m, eine Breite von 4 m und eine innere Tiefe von 1 m und erhalten elliptisch geformte Seitenwände, wodurch ein größerer Laderaum und ein minderer Tiefgang erreicht wird. Schiffe von der vorgenannten Dimension fassen circa 70 rm³ Brennholz in 1—2 m langen Zustande, während kleinere Schiffe (Zillen) 40 bis 50 rm³, Mutzen 20 rm³ und kleine Ruderschiffe (Trauner) nur 1½ rm³ 1—2 m langes Brennholz aufnehmen können.

Zur Herstellung eines 26 m langen, 4 m breiten und 1 m tiefen Holzschiffes sind erforderlich an

Material:

13 Baumstämme mit 11 fm³,
66 Stück 7er Kipfen,
12 Stück Plättenläden, 10 m lang, 40 mm dick,
12 Stück Pfosten (Lärchenholz) 80 mm dicke Bretter,
59 Bankladen 35 „ „ „
17 Zolladen 26 „ „ „
1 Dachbrett 18 „ „ „
900 Drahtstift,
27 kleine Eisennägel,
20 Eisenklammern,
1 Eisenring, sodann Schiffsklammern, Holzspähne und Moos zum Verschoppen der Fugen.

Arbeit.

Zur vollständigen Herstellung des Schiffes, dann der 6 Ruder und 2 Stück Wasserschöpfer sind erforderlich 26 Schiffbauer- und 52 Handlangertagschichten. Zur Bemannung bedarf ein großes Schiff (Plätte) 6 Mann, eine Mutze 4 Mann. Die Dauer eines Schiffes kann mit 6 Jahren angenommen werden.

Der Aufwand für das Verladen der Schiffe, wenn das Holz auf eine Entfernung von 10—20 m zuzutragen ist, kann per rm³ auf 0·035 Tagschicht veranschlagt werden, erhöht sich aber auf 0·053 Tagschicht, wenn die Hölzer Hochzainen entnommen und 80—100 m weit zum Schiffe getragen werden müssen. Das Ausladen, bezüglich Auswerfen ohne Zainung erfordert per rm³ 0·017—0·018 Tagschicht.

Im großen Durchschnitt kann man annehmen, daß ein Schiff, ohne den Zeitaufwand des Auf- und Abladens, in einem Tage, d. i. innerhalb 10 Arbeitsstunden, bei einer Seeweglänge, wobei Hin- und Rückfahrt zusammenzufassen ist, von

1 km	15	Fahrten
2 „	7	„
3 „	5	„
4— 5 „	3	„
6— 8 „	2	„
9—10 „	1½	„
12—14 „	1	„

machen kann.

Es berechnet sich somit der erforderliche Ueberführungsaufwand einschließlich jenes für das Auf- und Abladen per rm³ unter der Annahme, daß die Ueberführung mit

einem mittleren Schiff, einer Durchschnittsladung von 50 rm^3 und vier Mann zur Bedienung bewerkstelligt wird, für die doppelte Weglänge, d. i. Hin- und Rückfahrt,

per	1	km	auf	0·057—0·076	Tagschicht
„	2	„	„	0·063—0·082	„
„	3	„	„	0·068—0·087	„
„	4— 5	„	„	0·078—0·097	„
„	6— 8	„	„	0·092—0·111	„
„	9—10	„	„	0·105—0·124	„
„	12—14	„	„	0·132—0·151	„

Das Verführen von Hölzern mittelst Schiffen auf fließenden Gewässern gehört nicht mehr in das Gebiet des forstlichen Transportwesens und wird daher nicht in den Kreis der Erörterung gezogen.

IV. Abschnitt. Transport der Hölzer in gebundenem Zustande.

§. 288. Die Flößerei im Allgemeinen und die verschiedenen Methoden dieser Transportweise.

Wir haben bereits in dem Kapitel über die Trift, beziehungsweise beim Transporte des Holzes in losem Zustande hervorgehoben, daß dieser Transportweise nur Hölzer bis zu bestimmten Längendimensionen unterzogen werden können und daß bei gewisser Beschaffenheit der Triftstraßen selbst das Abbringen der Klotzhölzer bis zur Länge von 6 m auf Schwierigkeiten stoßen und dieses selbst ganz und gar ausgeschlossen werden kann. In derartigen Fällen dürfte dann, wenn die Bedingungen für Flößerei vorhanden sind, dieser Umstand in Erwägung zu ziehen sein.

Unter Flößerei verstehen wir im Allgemeinen jene Transportweise, wo die Hölzer nicht in einzelnen losen Stücken, sondern in gebundenen Partien dem Wasser zum Weitertransporte übergeben werden. Die Hölzer einer und derselben Partie müssen von gleicher, aber immerhin beliebiger Länge sein. Dieselben werden untereinander zu einem Ganzen fest verbunden und bilden dann ein Gestör (Boden, Gestricke oder Matäsche), während durch die Verbindung mehrerer Gestöre ein Floß entsteht. Es kann ein solches aus 20—30 Gestören und die letzteren aus 2—6 Stämmen je nach der Breite der Floßstraße zusammengesetzt sein.

Mit Rücksicht auf die allgemeine Beschaffenheit der Floßstraße unterscheiden wir zunächst

a) die Gestörflößerei auf untergeordneten Bächen und Flüssen, und
b) die Hauptflößerei auf ruhig fließenden breiten Strömen.*

Wird dagegen die Art der Befestigung der Floßstämme eines Gestöres in Betracht gezogen, so unterscheiden wir den Flößereibetrieb:

a) In der verbohrten Wiede.
b) In der verspannten Wiede und Wettstange oder die Bindung mit Zangelstangen.

* Die Gestörflößerei wird auf jenen Wasserläufen betrieben, wo die Sohle der Floßstraße noch mit Floßstangen zu erreichen ist, während bei der Hauptflößerei Ruder in Anwendung kommen.

Mittelst der Befestigung durch verbohrte Wieden erhalten die Gestöre einen hohen Grad von Beweglichkeit, d. h. es hängen die einzelnen Stämme nicht ausschließlich von der Bewegung des Gestöres ab, sondern können sich bis zu einer gewissen Grenze in verticaler Richtung selbstständig bewegen. Dadurch erlangt diese Art der Fügung einen hohen Werth für solche Floßstraßen, deren Oberfläche keine ununterbrochene, gleichmäßige Ebene bildet, während durch die Festigung mittelst Zangel- oder Wettstangen die Gestöre zu steifen und festen Körpern gefügt werden. Die erstere Art der Festigung kommt somit ausschließlich auf Gebirgsbächen oder Wasserstraßen mit zahlreichen Abfällen zur Anwendung, während die letztere jenen Floßstraßen entspricht, wo man es mit einem größeren und ruhig fließenden Wasser zu thun hat.

Wird Schnittholzwaare in gebundenem Zustande dem Wassertransporte unterzogen, so werden auf dem Lande auf entsprechende Unterlaghölzer oder Streichrippen zuerst die Bretter im Bunde von 10—15 Stück mittelst Wieden zusammengefügt und diese sodann zu einem Gestöre zusammengesetzt, indem die Bünde

c) durch die Bindung mit Riechpfaden,

d) mit verkeilter Zangelstange oder

e) durch das sogenannte Aufschalten zu einem vollkommen festen Ganzen vereinigt werden.

Ad a) Das Binden mit verbohrter Wiede geschieht im Großen und Ganzen in folgender Weise: Die Hölzer werden auf dem Lande auf untergelegten Streichhölzern mit dem Lochbeile am Kopfe und Ende verlocht und erhalten die Randstämme eines Gestöres 2, die Mittelstämme dagegen 4 Löcher. Die Löcher werden theils mit dem Lochbeile, theils mit einem entsprechend starken Wiedenbohrer hergestellt. Durch diese Oeffnungen steckt man sodann die Wieden, mittelst deren die einzelnen Stämme zu einem Gestöre verbunden werden sollen.

Ad b) Die Verbindung mittelst Wett- und Zangelstangen wird örtlich verschieden ausgeführt. Die gebräuchlichste Form wird in der Art hergestellt, daß eine Stange — am besten ein Buche, in Ermangelung deren auch eine Tanne oder Fichte — quer über die zu einem Gestöre zu verbindenden Stämme gelegt und sodann mittelst Wieden an jeden einzelnen Stamm befestigt wird.

Um das zu ermöglichen, werden die einzelnen Stämme am Kopfe mit zwei Bohrlöchern versehen, zwischen welche die Stange gelegt werden muß. Nun wird durch die eine Oeffnung, und zwar von unten nach oben die Bindwiede mit dem dünnen Ende geschoben, über die Stange gelegt und sodann in dem zweiten Loche durch einen nachgeschlagenen Holzkeil eingeklemmt. Ein weiteres Nachziehen der Wiede ist unmöglich, nachdem das dicke Ende der Wiede stärker als die Bohrlochweite sein muß. Durch diese Art der Bindung der Floßstämme entfällt jede Holzverschwendung, nachdem der angebohrte Theil des Stammes, wenn die Löcher durch Holzzapfen geschlossen wurden, anstandslos benützt oder verzimmert werden kann, während dies bei der Bindung mit verbohrter Wiede unthunlich ist.

Ist ein größerer Grad von Steifheit der Gestöre erwünscht oder nothwendig, so wird die Binde- oder Querstange (Zangelstange) entweder nur in die Randbäume oder in alle Stämme versenkt, sodann in der vorbeschriebenen Weise mit Wieden oder mittelst eingeschlagener Holznägel befestigt.

Ad c) Bei Bindung der Schnittwaaren mit Riechpfaden werden die angefertigten Bretterbünde in Partien von etwa 6—8 Stücken derart zusammengestellt, daß die beiden Randgebünde circa 40 cm über die anderen hervorstehen. Auf die also zusammengestellten Gebünde werden Stangenpaare, und zwar eine Stange oben und eine zweite unten am Boden des Gestöres gelegt und sodann in dem Zwischenraum, d. i. im Raume zwischen je zwei solchen Brettergebünden mittelst Wieden untereinander verbunden. An die Seiten der Gestöre kommen noch weiters lange Fichtenstangen, die über mehrere derselben hinausgreifen, das Floß somit seitlich einfassen und in einem weiteren Grade versteifen. Diese Seitenstangen heißen Riechpfade und werden durch Wieden mit den Zangelstangen verbunden. Desgleichen trägt noch die Zusammenstellung des Gestöres, beziehungsweise das Vorstehen der Randgebünde und das dadurch erzielte Ineinandergreifen der Gestöre zur wesentlichen Festigung des ganzen Floßes bei.

Ad d) Beim Binden mit verkeilten Zangelstangen werden die Bretterbünde mit Wieden derart zusammengebunden, daß jede Wiede durch die des anstoßenden Bundes hindurchgezogen wird, wodurch zunächst eine leichte Verbindung der gesammten Gebünde eines Gestöres erreicht wird. An die Wieden wird dann oben die Zagelstange angelegt und mit den Wiedenbändern durch Knebelhölzer (Keile oder sogenannte Zwecken) fest verbunden.

Ad e) Das Aufschalten besteht darin, daß die einzelnen Gestöre einander übergreifen, d. h. je ein Gestör ruht mit einem Theile seiner Länge auf dem vorangehenden auf und ist mittelst Wieden und Wettstange mit dem unteren zu einem Ganzen verbunden.

Das Binden der Flöße nach der unter b bis e beschriebenen Art entzieht sich wohl zumeist dem Geschäftskreise des Forstmannes, während das Flößen in verbohrter Wiede als eine Transportweise bezeichnet werden kann, deren Anwendung da und dort je nach den Verhältnissen dem Forstmanne zur Einführung und Leitung anheimfallen kann.

Es sollen sich daher die weiteren Ausführungen über das Wesen des Floßbetriebes zunächst und in erster Linie auf diese Art des Holztransportes beziehen.

§. 289. Die natürlichen Eigenschaften einer Floßstraße.

Selbstverständlich muß eine solche, wenn sie für den Transport der Hölzer im gebundenen Zustande herangezogen werden soll, bestimmte Eigenschaften besitzen oder es müssen dieselben durch Vorkehrungen und Anlagen wenigstens geschaffen werden können.

Diese Eigenschaften sind:

1. Eine genügende Wassermenge.

Für den Floßbetrieb ist eine mittlere Wassertiefe von 0·4—0·6 m erforderlich und muß man dieselbe allenfalls künstlich durch Anlage geeigneter Schwellwerke in hinreichender Anzahl und Größe zu erreichen suchen, im Falle das Selbstwasser die erforderliche Tiefe nicht besitzen sollte. Durch den Bau von Grund-, Ueberfall- und Schleusenwehren dürfte die erforderliche Wassermenge zu erzielen sein.

2. Eine entsprechende Beschaffenheit der Floßstraße mit Rücksicht auf die Situation und das Längen- und Querprofil.

Um Flöße ohne Schwierigkeit auf einer bestimmten Floßstraße abführen zu können, dürfen die Krümmungshalbmesser derselben ein bestimmtes, der Maximallänge des Floßes

entsprechendes Minimalausmaß nicht überschreiten. Desgleichen müssen natürliche Hindernisse, als: Schotterbänke, Felsen, Abstürze u. dgl. beseitigt oder doch zum Mindesten für den Flößereibetrieb thunlichst unschädlich gemacht werden.

Es werden daher in der Mehrzahl der Fälle, ehe an den Floßbetrieb gegangen werden kann, nachstehende Vorkehrungen im mehr oder minder großen Umfange getroffen werden müssen:

a) Schotterbänke, welche die erforderliche Breite der Floßstraße schmälern, müssen beseitigt werden, desgleichen sind hervortretende Felsen zu entfernen, Profilsverengungen zu erweitern und angebrochene Ufer durch Schutzbauten zu sichern.

b) Vorhandene Abstürze werden entweder durch ein Dielwerk* oder durch eingelegte Querhölzer, die in die seitlichen Hänge entsprechend zu festigen sind, für den Floßtransport dienstbar gemacht. Die Querhölzer oder Bachbengel sind in solcher Höhe anzubringen, daß sie nur vom Wasser bespült werden; desgleichen sind dieselben, im Längenprofile des Baches betrachtet, in einem Bogen und in solchen Entfernungen zu legen, daß sich einerseits die einzelnen Theile der Flöße nicht zu spießen vermögen, während andererseits die Flöße darüber nur langsam hinabgleiten sollen.

c) Die allenfalls auf der Floßstraße bereits vorhandenen Stauwerke müssen für das Durchlassen und Hinübergleiten der Flöße in zweckmäßiger Weise hergerichtet werden.

d) Starke Krümmungen der Floßstraße sind durch Geradlegung — Durchstiche — zu beseitigen.

e) Bei Abzweigungen sind Wassertheiler und beim Zusammenflusse zweier Floßstraßen Bock- oder Auffangwehren herzustellen, zu dem Zwecke, um die Flöße anhalten zu können, wenn ein Hinderniß, beziehungsweise eine Versperrung der Floßstraße eingetreten sein sollte.

f) Wenn in einzelnen Theilen der Floßstraße das Gefälle 5% übersteigt, so müssen derartige Strecken ausgebielt oder durch Grundwehren aus Holz oder Faschinen abgestuft werden.

3. Die Floßstraße soll die erforderliche Breite besitzen.

Zum mindesten muß die Floßstraße eine derartige Breite besitzen, daß der schmälere Vordertheil des Floßes Platz findet, während die rückwärtigen Partien einen förmlichen Bogen bilden können, wodurch der Gang des Floßes öfter zu dessen Vortheil verzögert wird.

4. Die Floßstraße muß günstig gelegene Einbindplätze besitzen oder soll doch deren Anlage ohne besondere Schwierigkeiten möglich sein.

Einbindplätze sind aber Lagerplätze, auf denen die zur Abflößung bestimmten Hölzer vorgerichtet, dann in das Wasser oder die Triftstraße eingerollt werden sollen, um dort zu den eigentlichen Flößen zusammengefügt zu werden. Deshalb sollen dieselben:

a) geräumig sein, damit die Hölzer schon im Vorhinein nach Stärkeclassen getrennt gelagert werden können und die Arbeiter beim Zurichten und Einrollen der Floßhölzer in keiner Weise behindert werden;

---

* Der Traunfall an der Traun in Oberösterreich wurde durch die Anlage eines Canals am rechten Ufer für den Schifffahrt- und Floßbetrieb eingerichtet.

b) die Floßstraße muß zunächst der Einbindstelle eine Wassertiefe von mindestens 0·6 m besitzen oder eine Gestaltung haben, daß die erforderliche Wassertiefe durch ein Stauwerk erreicht werden kann;
c) das Ufer soll von der Einbindstätte gegen den Wasserspiegel sanft verlaufen;
d) die Einbindplätze sollen mit geeigneten Transportanstalten in Verbindung stehen, damit das Zuliefern der Floßhölzer ohne Schwierigkeit und mit möglichst geringen Kosten durchführbar ist.

§. 290. Die Vor- und Nachtheile der Langholzflöße.

Zu den Vortheilen des Langholz-Transportes in gebundenem Zustande auf Wasserstraßen können wir zählen:

1. Die Zulässigkeit, daß die Stämme ihrer ganzen Länge nach auf die Absatzplätze gebracht werden können, wodurch die Möglichkeit geboten ist, die Hölzer entweder in ganzem Zustande zu verkaufen oder zu beliebig langen Stücken aufbereiten zu lassen, während bei der einfachen Klotzholztrift nur Hölzer von im Vorhinein bestimmten Dimensionen zur Abtriftung gelangen. Es gestattet somit die Langholz- oder Gestörflößerei in der verbohrten Wiede eine bessere Verwerthung und namentlich eine erhöhtere Nutzholzgewinnung.

2. Die billige Bringung. Dieser Vortheil tritt aber nur dann ein:

a) wenn die Floßstraße keine Einrichtungen von Stauwerken, Uferschutzbauten u. dgl. erheischt, deren Herstellung und Erhaltung einen bedeutenden Aufwand verursachen würde;
b) wenn längs der Floßstraße keinerlei Industriewerke bestehen, so daß der Floßbetrieb ungehindert vor sich gehen und das vorhandene Wasser unbeschränkt benützt werden kann;
c) wenn längs der Floßstraße keine Wasserbau-Objecte — Brücken ꝛc. — bestehen, die im Falle eines plötzlichen Hochwassers oder durch das Fortreißen eines Floßes beschädigt oder zerstört werden, ein Schaden, der dann vom Flößunternehmer getragen werden müßte;
d) wenn die erforderlichen Bindwieden in genügender Menge billig zu beschaffen sind, und
e) wenn die Arbeitermannschaft mit dem Wesen dieser Transportweise vertraut ist, beziehungsweise über den erforderlichen Grad von Uebung verfügt.

3. Die Länge der Floßstraße übt bei genügendem Selbstwasser nur einen untergeordneten Einfluß auf den gesammten Flößaufwand aus.

4. Die Ufer werden bei dem Langholztransporte in gebundenem Zustande im minderen Umfange beschädigt als bei der Abtriftung loser Klotzhölzer.

5. Wird bei dem Langholzflößen die Anlage und Erhaltung der kostspieligen Fanggebäude entbehrlich.

Diesen Vortheilen stehen jedoch folgende Nachtheile entgegen:

1. Längs der Floßstraße muß ein fahrbarer Weg angelegt werden, um die Floßmannschaft, Werkzeuge u. dgl. möglichst schnell und billig zurückführen zu können. Die Anlage eines solchen Weges kann in ungünstigen Verhältnissen einen namhaften Anlageaufwand in Anspruch nehmen.

2. Birgt der Langholztransport in gebundenem Zustande vielfache Gefahren in sich, indem die auf der Floßstraße vorhandenen Industriewerke, Brücken u. dgl. in einem hohen Grade gefährdet erscheinen, wenn ein Floß vom Hochwasser mitgerissen wird, eine

Möglichkeit, die erfahrungsgemäß trotz aller Sorgfalt beim Betriebe der Flößerei eintreten kann.

3. Die Beschaffung der Wieden kann bei einem umfangreichen Floßbetriebe große Schwierigkeiten bereiten, da zu einem gewöhnlichen Floße von 600—800 Stämmen circa 378 Bund à 8, 12 oder 22 Stück Floßwieden benöthigt werden.

4. Das Erforderniß einer geschulten und geübten Arbeitermannschaft.

§. 291. Der Betrieb des Holztransportes in gebundenem Zustande.

a) Brennholztransport.

Der Transport von Brennholz im gebundenen Zustande ist nur auf ruhig fließenden Bächen, Canälen oder Strömen bei genügender Wassertiefe möglich; namentlich ist letztere von Bedeutung, nachdem Brennholzflöße einen größeren Tiefgang haben als Langholzflöße. Dieselben bestehen aus 18—20 Theilen (Tafeln, Abschnitten), von denen jeder 3½—4 m lang ist. Der Boden der einzelnen Theile wird aus Stangen, die untereinander mit Wieden verbunden werden, gebildet und erst hierauf kommen in möglichst dichter Schlichtung die Brennhölzer, die dann an der Oberfläche wieder durch Stangen und Wieden zu befestigen sind.

b) Die Langholzflößerei oder die Gestörflößerei in der verbohrten Wiede.

1. Die Zufuhr und Lagerung der Floßhölzer

muß in einer Weise erfolgen, daß das Herrichten und Einbinden derselben leicht von statten gehen kann. Sie sind daher nach Zulässigkeit des Einbindplatzes nach Stärkeclassen parallel zum Ufer der Floßstraße, und zwar mit dem dünnen Orte stromabwärts zu lagern.

2. Das Herrichten und Einbinden der Floßhölzer.

Das Herrichten der Stämme erfolgt in der Weise, daß dieselben am starken und dünnen Ende circa 30—40 cm vom Ort entfernt mittelst des Lochbeiles oben und seitlich einen Einhieb in der Form eines dreiseitigen Prisma erhalten, welcher Einhieb

bei starken Stämmen 16—18 cm Seitenlänge und 8—11 cm Tiefe,
bei mittelstarken 13—16 cm „ „ 6—8 cm „
und bei schwachen 8—13 cm „ „ 4—7 cm „ erhält.

Die zwei correspondirenden Einhiebe werden sodann mittelst eines Wiedenbohrers von entsprechender Stärke durchbohrt. Gleichzeitig werden alle Stämme an den Enden abgekantet, damit sie sich an allfällig kleineren Hindernissen der Triftstraße nicht spießen können.

Für diese Vorbereitungen werden die Floßhölzer auf Holzunterlagen — Streichrippen —, die bis in das Wasser des Einbindplatzes hineinragen, gelagert und nach vollzogener Abkantung und Verlochung in das Wasser eingerollt, dort zu Gestören zusammengestellt und mittelst Wieden gebunden.

Beim Zusammenstellen der Gestöre gilt der Grundsatz, daß

a) nur möglichst gleich starke und gleich lange Stämme in ein Gestör gebunden werden;
b) daß bei dem Zusammenfügen des Floßes die schwächeren Gestöre den stärkeren vorangehen müssen, d. h. in den Kopf des Floßes kommen die Gestöre mit den

schwächsten Stammstücken und in den Schwanz jene, deren Hölzer den stärksten Durchmesser besitzen, und

c) daß die Breite oder Anzahl der Stämme, die zu einem Gestöre gebunden werden, genau den Breiteverhältnissen der Triftstraße, insbesondere der Weite der Oeffnungen der allenfalls vorhandenen Schleusenwerke entspricht.

Untereinander werden die Gestöre gleichfalls, jedoch mit etwas stärkeren und längeren Wieden („Gurtwieden") verbunden; jene Wieden, mittelst deren man die Stämme eines Gestöres unter einander verbindet, werden als „Reywieden" bezeichnet. Wie viel Gestöre zu einem Floß vereinigt werden können, bestimmt sich aus der Beschaffenheit der Floßstraße, dann dem verfügbaren Floßwasser und Gefälle. Bei größerer Wassergeschwindigkeit können lange Flöße in Anwendung kommen. Jedes Floß besteht aus einem Vorfloß, einem Mittel- und einem Hinter- oder Nachfloß und werden die Stämme des letzten Gestöres, „der Floßschwanz", nur im Kopfe unter einander gebunden, während sich die Enden fächerförmig frei bewegen können, wodurch gleichzeitig eine Hemmung der Fortbewegung des Floßes theilweise erreicht wird.

3. Das Bevorräthigen und Zurichten der Bindwieden.

Zu Bindwieden eignen sich Hasel-, Lärchen-, Tannen-, Birken- und Fichtenzweige, die nach vorangegangener Erhitzung gewunden werden und auf diese Art den erforderlichen Grad von Zähigkeit, Biegsamkeit und Festigkeit erlangen. Die zur Wiedenerzeugung bestimmten Aeste oder Schößlinge werden außer der Saftzeit, also im Spätherbste oder Winter, in einer Länge von 3—5 m und einer Stärke von 20—40 mm* geschnitten, geputzt und bis zur Verwendung unter Wasser aufbewahrt. Das Erhitzen, Bähen oder Röften der Wieden erfolgt in der Wiedenhütte entweder über einem offenen Feuer und das Winden mittelst der Hand oder es werden dieselben in einem eigens dafür erbauten Bähofen einem starken flammenden Feuer ausgesetzt. Noch vor dem Eintritt der Verkohlung, wobei als Zeichen der Garbähung das Loslösen oder Krachen der Rinde beim Drehen der Wieden angenommen werden kann, werden letztere herausgenommen, mit dem dicken Ende** in einem Wiedenstock befestigt und das Zopfende um eine Drehstange geschlungen und gewunden. Mitunter werden sie vor dem Drehen ausgeklopft. Die fertigen Wieden werden in Ringe geflochten, sodann in Bünde von 8, 10, 12 oder 22 Stück zusammengelegt, und müssen zuvor in luftigen Räumen gut austrocknen, ehe sie ins Magazin gelangen können.

Die Bähöfen erhalten im Lichten eine Länge von 3 m, eine Breite von $1\frac{1}{2}$—2 m und eine Höhe von 0·5 m.

4. Ablassen und Führen der Flöße.

Nachdem sich ein Floß schneller als das Wasser der Floßstraße fortbewegt, und weiters die Bewegung der Flöße von ihrer Länge und von dem Gewichte der einzelnen

---

* Jägerschmidt theilt das Wiedenholz nach seiner speciellen Bestimmung in:
a) Holländerbaumwieden, 5—6 m lang und 50 mm dick;
b) Meesbalkwieden, 4—5 m lang und 25—32 mm dick;
c) gemeine Wieden, 3—5 m lang und 25—32 mm dick;
d) Kloß- und Bandwieden, 2—$2\frac{1}{2}$ m lang und 12—20 mm dick,
und empfiehlt für a und b Tanne und Fichte, für c auch Birke und für d jedoch ausschließlich Haselgerten.

** Botten genannt.

Gestöre abhängt, so muß dort, wo die Floßstraße durch Schwellungen künstlich bewässert wird, dem Klauswasser ein Vorsprung von einer halben bis ganzen Stunde gegeben werden, damit es nicht von den Flößen überholt werde. Desgleichen dürfen die Flöße mit Rücksicht auf ihre ungleiche Fortbewegung nicht in zu kurzen Zeitintervallen hinter einander abgelassen werden; namentlich darf einem kurzen Floße, der sich langsamer als ein langer fortbewegt, einer von letzterer Beschaffenheit nur in einer genügenden Zwischenpause folgen, die je nach Art der Floßstraße zwischen 10—20 Minuten schwanken kann.

Die nothwendige Bemannung der Flöße wird durch deren Länge und allenfalls durch die Schwierigkeiten, die innerhalb der Floßstraße zu überwinden sind, bedingt. So kommen im Schwarzwalde auf der Nagold auf einen 380 m langen Floß 7 Schwemmknechte, auf der Wolfach auf einem 630 m langen Floß 10 Schwemmknechte und auf der Kinzig, wo die Flöße 880 m Länge haben, 15 Schwemmknechte per Floß als Bemannung.

Ausschlaggebend bleibt für den Erfolg der Flößung die Gewandtheit und Erfahrung der Floßmannschaft; insbesondere muß der Floßführer oder Vorflößer die Floßstraße genau kennen und wissen, wie er die gefahrdrohenden Krümmungen umfahren soll, wo ihm möglicherweise ein Auflaufen des Floßes auf Felsen, Schotterbänke oder Uferstellen droht; desgleichen muß er Wehren derart übersetzen, daß das Floß nicht sticht oder sich spießt. Gleichzeitig muß aber auch der mit der Sperre betraute Sperrmann den Floßführer durch richtiges Eingreifen kräftig unterstützen, während die übrige Bemannung auf dem Floße vertheilt mit Floßstangen das Streifen des Floßes an vorhandene Hindernisse zu verhüten hat.

5. Vorkehrungen, mittelst deren die Fortbewegung des Floßes geregelt werden kann.

Um den Lauf des Floßes zu regeln, werden auf demselben, wenn das zu einem Wedel aufgelöste letzte Gestör nicht zureichen sollte, je nach seiner Länge zwei bis vier Sperrvorrichtungen hergestellt, mittelst deren in einem mehr ruhigen Wasser, d. i. dort, wo das Gefälle der Floßstraße kein übermäßiges ist, das Floß selbst zum Stillstehen gebracht werden kann, während im starken Gefälle neben den Sperren auch noch weitere Maßnahmen * getroffen werden müssen, wenn das Floß in seinem Gange aufgehalten werden soll. Im ruhigen Wasser kommt die Sperre — in diesem Falle After- oder Glassperre genannt — auf ein beliebiges Gestöre des Nachfloßes, während im reißenden Wasser eigene Sperrgestöre angefertigt werden.

In der Mitte des Sperrgestöres wird ein kürzeres Stammstück eingebunden, so daß eine Oeffnung von circa 6 m entsteht. Durch letztere gelangt das Sperrholz a (Fig. 206), welches an den quer über das Floß gelegten Einbindhölzern b und c festliegt, auf die Grundsohle der Floßstraße.

Das Sperrholz (Sperrstimmel) hat eine Länge von 3·5—4·5 m und eine Stärke von 21—26 cm, während die Einbindhölzer b und c die Breite des Gestöres zur Länge und eine Stärke von 26—32 cm bekommen.

---

* Die Floßmannschaft sucht mit langen Floßhaken feste Gegenstände am Ufer der Triftstraße zu erreichen, um auf diese Weise das Floß in seinem Laufe zu hemmen oder zum Stillstehen zu bringen.

Die Einbindhölzer werden mittelst Wieden oder Eisenklammern an die Floßhölzer befestigt. Hat die Floßstraße ein stärkeres Gefälle, so wird das Floß gesperrt, gleichzeitig jedoch mittelst eines Seiles, das um einen am Ufer stehenden Baum durch einen Floßknecht geschlungen wird, zum vollen Stillstand gebracht. Das Sperrgestör darf nicht breiter als die Floßstraße sein.

Um ein Spießen des Floßes zu verhüten, werden die Floßhölzer des ersten Gestöres keilförmig zugerichtet und mit einer Vorschaufel, einem nach vorne emporragenden kurzen Bohlenstücke, versehen.

§. 292. Betriebsaufwand. *

Die Herstellung einer Wiede erfordert circa 0·025 Tagschicht, das Beschlagen und Bohren erfordert per Stamm im großen Durchschnitte 0·1 Tagschicht, das Einbinden 0·075 Tagschicht und das Abflößen auf eine Strecke von 28·8 km 0·012 Tagschicht, das Ganze also 0·187 Tagschicht. Die Herstellung des Vorfloßes erheischt 12·5 Tagschichten.

Nach den Mittheilungen des Freiherrn v. Berg ** kostete das Abflößen eines fm^3 Nutzholz auf der Ybbs, und zwar auf einer Flußstrecke von 91 km, wobei 26 Wehren zu passiren waren, im Durchschnitt von vier Betriebsjahren 2 fl. 16 kr. Von diesem Kostenaufwande entfielen: 15% auf Wiedenbeschaffung, 68% auf Einbind- und Transportkosten, 10% auf Erhaltung der Flößereibauten und 7% auf Geräthe, Grundentschädigungen u. d. m.

---

* Nach den Erfolgen im Schwarzwalde mitgetheilt von Pausinger, „Oesterreichische Monatsschrift," 1872.

** „Oesterreichische Monatsschrift," 1874, p. 357.

Vierter Theil.

Die Manipulation auf den Ländplätzen.

§. 293. Zweck und Wesen der Ländplätze und die natürlichen Eigenschaften eines zweckmäßigen Ländplatzes.

Unter einem Lagerplatz oder Holzgarten versteht man jenen Raum, welcher zur Aufbewahrung der zu Land zugeführten oder zu Wasser beigebrachten Hölzer ständig dient. Jene Holzgärten, zu denen die Hölzer per Achse oder Schlitten beigeführt werden, erfordern nur einen sicheren, geräumigen und trockenen Raum und genügt es, wenn bei der Auswahl der Localität auf einen ausreichenden Raum, auf eine möglichste Förderung der Austrocknung des Holzes, auf die Sicherheit gegen dessen Entwendung, dann gegen Elementarbeschädigung, endlich auch auf eine entsprechende Weiterbeförderung der eingelagerten Hölzer Bedacht genommen wird.

Dagegen soll jeder Ländplatz, wo die Hölzer zu Wasser beigeliefert werden, schon im Vorhinein bestimmte natürliche Eigenschaften besitzen und gleichzeitig die Möglichkeit bieten, daß das Fehlende allenfalls ohne besondere Schwierigkeit künstlich ersetzt werden könne.

Diese natürlichen Eigenschaften sind:

1. Die räumliche Ausdehnung eines Ländplatzes muß den zur Magazinirung bestimmten Holzmassen entsprechen.

Wenn auf einem beengten Ländplatze bedeutende Brennholzmassen aufgestellt werden müssen, so ist man einerseits gezwungen, die Hölzer in hohe Stöße oder Zaine mit bedeutendem Mehraufwande zu formiren, während andererseits durch gezwungene Raumsparung von einer luftigen Stellung der einzelnen Zaine abgesehen werden muß, worunter aber die Qualität des Holzes leidet. Beschränkte Ländplätze, wie selbe leider in den Gebirgsforsten häufig vorkommen, erheischen höhere Zainungskosten und vermindern die Qualität der Hölzer.

2. Die Ländplätze müssen derart liegen, daß das Zubringen der Hölzer aus den Fanggebäuden, dann das Heben und Zainen mit dem thunlichst geringsten Kostenaufwande möglich ist. Selbstverständlich sind jene Ländplätze die zweckmäßigsten, wo die Hölzer durch künstliche Schwellung und durch ein entsprechendes Netz von Canälen aus den Fanggebäuden bis unmittelbar zu den Zainplätzen getriftet werden können, wie dies beispielsweise auf den großen Ländplätzen zu Rosenheim und Traunstein* der Fall ist. Kostspieliger wird die Ländmanipulation, wenn die Hölzer aus dem Rechenhofe mittelst

---

* Siehe Geyer's „Forstbenützung" und „Mittheilungen des königlich bayrischen Forstbureaus", II. Band.

Rollbahnwagen oder durch Austragen mittelst Menschenhänden zu den Zainplätzen überbracht werden müssen.

3. Der Ländplatz soll außer dem Inundationsbereiche liegen oder zum mindesten gegen Hochwassergefahren thunlichst geschützt sein; desgleichen muß er möglichst frei und offen liegen, damit die Austrocknung der Hölzer gut und schnell erfolgen kann.

4. Der Boden des Ländplatzes muß mindestens bis zu einer Tiefe von 50 cm aus einer trockenen, wasserdurchlassenden Kies- oder Schotterschichte bestehen oder in Ermanglung dessen abgepflastert werden.

5. Die Ländplätze müssen gute Zufahrten besitzen, damit die Holzvorräthe nach Bedarf weiter verführt werden können und sollen auch nicht zu weit vom Hauptconsumtionsorte liegen.

Zu den künstlichen Vorkehrungen eines guten nnd zweckmäßigen Ländplatzes gehören alle jene Anstalten, welche auf die Erleichterung des Ausbringens der Hölzer aus dem Fanggebäude, die Ueberführung zu den Zainplätzen nnd auf Verbesserung der Zainung selber hinzielen, endlich noch Anlagen, welche die aufgestapelten Holzvorräthe vor Elementarunfällen sichern.

§. 294. Betrieb und Betriebsaufwand.

Die gesammten Manipulationsarbeiten auf den Ländplätzen bestehen:

a) in dem Ueberführen oder Ueberliefern der Hölzer aus dem Fanggebäude nach den Zainungsplätzen;
b) in dem allfälligen Zerkleinern und Sortiren der Hölzer und
c) in dem Zainen oder Lagern.

Das Ausländen der Hölzer aus dem Rechenhofe kann je nach der Oertlichkeit in verschiedener Weise erfolgen und zwar:

1. Die Hölzer werden durch einen Abweisrechen in einen Ländcanal gewiesen, der sich innerhalb des Ländplatzes entsprechend verzweigt und schließlich unterhalb des Rechens wieder in die Triftstraße einmündet. Schleusenvorrichtungen am Einlasse gestatten die vollständige Trockenlegung der in den einzelnen Canälen angehäuften Holzmassen, die dann emporgezogen und der weiteren Behandlung zugeführt werden können, oder es werden die Hölzer mittelst des Ländcanales und entsprechender Schleusenanlagen allmälig in bestimmt begrenzte Felder eingeleitet, dann trockengelegt und dort unmittelbar gezaint.

2. Wurden die Hölzer in einem Fangrechen angesammelt und ist dieser zugleich ein Staurechen, so können die Hölzer mittelst Wasserriesen in Teiche (Sortierteiche) geleitet werden, aus denen wieder eine größere Anzahl von Wasserriesen nach den verschiedenen Richtungen des Ländplatzes abzweigt. Die Teiche gestalten unter Einem das Sortiren der Hölzer, d. h. es wird je eine Sorte in eine der Abzweigungen gewiesen und an den bestimmten Punkten, wo die Ausländung momentan erwünscht ist, mittelst der in Fig. 207 dargestellten kleinen transportablen Rechen aufgefangen.

Ein System von Wasserriesen und Sortierteichen mit den beweglichem Aufhaltrechen ermöglicht es, daß die Hölzer getrennt nach den unterschiedlichen Sortimenten bis unmittelbar zur Zainstelle getriftet werden können.

3. Liegt der Ländplatz derart hoch, daß von einem Zuliefern der Hölzern aus dem Rechenhofe mittelst Wasser, beziehungsweise von einem Selbstländen abgesehen werden muß, so treten an die Stelle der Wasserriesen Rollbahnen oder aber es müssen die

Hölzer durch Menschen mittelst Schiebekarren oder im Wege des Austragens zu den Auffatzplätzen geschafft werden. Selbstverständlich ist das letztere wegen der hohen Kosten nach Thunlichkeit zu vermeiden. In einem derartigen Falle sollte der Aufwand für die Anlage einer entsprechenden Rollbahn nicht gescheut werden.

Das Ausziehen aus dem Rechenhofe erfolgt mit Hilfe der Griesbeile oder der Floßhaken; mitunter werden auch eigene Paternosterwerke aufgestellt, wenn die Hölzer auf beträchtliche Höhen emporgezogen werden müssen, wenn sich nicht etwa Holzaufzüge mit Göppelwerk u. s. w. empfehlen sollten. Sowohl beim Selbstausländen, als auch dort, wo dasselbe mittelst Menschenhand bewerkstelligt werden muß, soll getrachtet werden, das Holz ehemöglichst aus dem Wasser zu bringen, beziehungsweise zu länden und zu zainen.

Nach dem erfolgten Länden werden sogleich die im runden Zustande eingetrifteten Hölzer, wenn sie nicht allenfalls in dieser Form Verwendung finden sollten, aufgespalten, d. h. gekloben, eine Manipulation, die unmittelbar auf der Zainstätte oder doch in deren nächster Nähe vorgenommen wird. Mit dem Zerkleinern wird gleichzeitig, wenn es nicht bereits in den Sortierteichen geschehen sein sollte, das Sortieren vorgenommen, es wäre denn, daß hievon aus örtlich zulässigen Verhältnissen abgegangen werden sollte. *

Beim Aufsetzen oder Zainen des Holzes ist Folgendes zu beobachten:

1. Die Zaine sind derart zu stellen, daß sie vom herrschenden Luftzuge getroffen werden, wobei aber gleichzeitig auf möglichste Raumersparniß zu sehen ist, d. h. der Raum zwischen den einzelnen Stößen oder Zainen ist auf das zulässig kleinste Ausmaß (0·8 m) einzuschränken.

2. Mit der Aufzainung wird immer auf dem vom Zuleitungscanale oder Schienengeleise entfernten Orte begonnen, wobei die Zaine senkrecht auf die Richtung des Zuleitungscanales oder Schienenstranges zu stellen sind.

3. Gewöhnlich wird die Höhe der Zaine von dem verfügbaren Raum des Ländplatzes bedingt und schwankt zwischen 2—5·7 m; nachdem aber das Stellen hoher Zaine einen bedeutenden Kostenaufwand verursacht, so darf dasselbe nur unter zwingenden Gründen zur Anwendung kommen.

4. Die Zaine sind in einer soliden und festen Weise herzustellen und zu diesem Behufe an beiden Seiten mit Kreuzstößen zu versehen.

Arbeitsaufwand für unterschiedliche Arbeiten auf den Länd- und Auffatzplätzen.

1. Die Aufbereitung der 1 m langen Rundholzstücke oder Drehlinge zu Scheiterholz im Walde oder auf Auffatzplätzen erfordert mit Ausschluß der Zainung im Mittel von Hart und Weich einen durchschnittlichen Arbeitsaufwand per rm³ von . . 0·07 Tagschicht

2. Unter gewissen örtlichen Verhältnissen ist im Hochgebirge das Abliefern der Brennhölzer in 6 m langen Stücken aus finanziellen und technischen Gründen der Abbringung in Rundholzstücken von nur 2 m Länge vorzuziehen und werden die Hölzer erst am Lagerplatze oder Triftbache in 2 m lange Stücke abgeschnitten. Dieses Aufschneiden des 6 m langen Holzes zu 2 m langen Stücken erfordert einen durchschnittlichen Arbeitsaufwand per rm³ von . . . . . 0·06—0·07 Tagschicht

* Im Salzkammergute wird gute und Ausschußsorte bei dem Salinensudholze zusammengezaint und die rechnungsmäßige Trennung nur nach Erfahrungssätzen buchmäßig durchgeführt.

3. Auf den Lagerplätzen erfordert die weitere Aufbereitung der 2 m langen Drehlingshölzer zu 1 m langen Brennscheiterholz einen Arbeitsaufwand einschließlich der Zainung in 2 m hohen Stößen

bei dem harten Scheitholz von . . . . . 0·32—0·34 Tagschicht
„ „ „ Prügel- oder Mittelholz von . . . . . 0·26—0·27 „
„ „ weichen Scheitholz von . . . . . 0·28—0·30 „
„ „ „ Prügel- oder Mittelholz von . . . . . 0·23—0·24 „

4. Das Aufbereiten der 1 m langen harten oder weichen Rundholzstücke auf den Legstätten, einschließlich des Uebertragens derselben auf kurze Strecken zu den Klub- oder Aufbereitungsplätzen zu 1 m langen Scheitholz, erfordert 0·09—0·10 Tagschicht

5. Das Aufbereiten der 2 m langen, harten oder weichen Rundholzstücke zu 2 m langen, im Mittel 15 cm starken Spaltstücken (Spelten) erfordert 0·11—0·12 Tagschicht

6. Die harten, 2 m langen Rundhölzer zu 1 m langen Rundholzstücken aufschneiden und 2 m hoch zainen, erfordert . . . . . 0·11—0·12 Tagschicht

7. Die harten, 2 m langen Spaltstücke oder auch Prügelhölzer, erstere in der mittleren Stärke von 15 cm, zu 1 m langen Brennscheitern oder Prügeln aufbereiten und 2 m hoch zainen, erheischt einen Aufwand von . . 0·16—0·17 Tagschicht per rm³

8. Weiche Drehlinge oder Rundholzstücke in der Länge von 2 m einmal durchschneiden, beziehungsweise zu 1 m langen Rundstücken aufbereiten und 2 m hoch zainen, erheischt . . . . . 0·10—0·14 Tagschicht per rm³

9. 2 m lange weiche Spaltstücke (Spelten) oder schwache Drehlinge (Einlinge) zu 1 m langen Scheit- oder Prügelholz aufschneiden und 2 m hoch zainen, erfordert . . . . . 0·14 Tagschicht per rm³

10. Alte Riesbäume, altes Wehr- oder Bauholz, welches bei Erneuerung von baufälligen Uferschutzbauten aus Holz, bei Rechengebäuden oder Wasserriesen u. s. w. gewonnen wird, zu 1 m langen Stücken aufschneiden, sodann zu Brennscheitern aufspalten und letztere in Stöße von 2 m Höhe zainen, erheischt ein Arbeitserforderniß 0·34—0·36 Tagschicht per rm³

11. Die zu einem Auffatzplatze zugeführten harten oder weichen Drehlinge, Spaltstücke oder Prügel sortiren und zu der Auffatzstelle auf eine kurze Strecke übertragen, einschließlich des Zainens in 2 m hohen Stößen, erfordert einen Arbeitsaufwand

bei den Rundholzstücken von . . . . . 0·11 Tagschicht per rm³
„ Spaltstücken oder Spelten und Prügel von . . . . 0·11—0·12 „ „ „

12. Brennhölzer in der Länge von 1 m auf kurze Strecken zu den Zainplätzen überführen oder übertragen und in 2 m hohen Stößen aufstellen, erfordert einen Arbeitsaufwand, und zwar

bei dem harten oder weichen Scheitholz . . . . . 0·06 Tagschicht per rm³
„ „ „ „ „ Prügelholz . . . . . 0·10 „ „ „

13. Das 2 m lange Spaltholz von den Club- oder Spaltplätzen auf kurze Entfernungen zu den Zainstätten übertragen und in Stöße stellen, erfordert einen Arbeitsaufwand

bei der Stoßhöhe von 1 m . . . . . 0·04 Tagschicht per rm³
„ „ „ „ 2 „ . . . . . 0·06 „ „ „
„ „ „ „ 3 „ . . . . . 0·08—0·09 „ „ „
„ „ „ „ 4 „ . . . . . 0·11—0·12 „ „ „
„ „ „ „ 4·7—5 m . . . . . 0·13—0·14 „ „ „

bei der letzten Stoßhöhe einschließlich einer dachartigen Ueberdeckung der Stöße mit Spaltstücken.

14. Das Aufsetzen des harten oder weichen 0·8—1·0 m langen Scheitholzes in 4 m hohen Stößen erfordert bei dem harten Scheitholz . . . 0·10—0·11 Tagschicht per rm³
und wenn die Stöße mit Scheitern dachartig überdeckt werden 0·11—0·12 „ „ „
bei dem weichem Scheitholz . . . . . 0·09—0·10 „ „ „
und einschließlich einer dachartigen Ueberdeckung mit Scheitern . . . . . 0·10—0·11 „ „ „

15. Das 2 m lange Prügel- oder Mittelholz sortieren und zu der Aufsatzstelle auf kurze Strecken übertragen, erfordert einen Arbeitsaufwand bei einer Zainhöhe von 2 m . . . . . 0·11—0·12 Tagschicht per rm³
bei der Zainhöhe von 4 m . . . . . 0·14 „ „ „

16. Das zugetriftete Drehlingsholz aus dem Rechenhofe in die Zuleitungscanäle oder Wasserriesen einführen, in den Holz- oder Sortierteichen sortieren, sodann ausziehen und zu den nahen Spalt- oder Aufsatzplätzen überrollen oder übertragen, erfordert . . . . . 0·04—0·05 Tagschicht per rm³

17. Für das einfache Ausziehen der Drehlinge aus den Wasserriesen, einschließlich des Aufstellens oder rauhen Zainens in Stößen von 2 m Höhe, wird ein Arbeitsaufwand erfordert von . . . . . 0·03 Tagschicht per rm³

18. Wird im Winter unterschiedliches Brennholz in runden Stücken auf einem Lagerplatz in große Haufen abgeworfen, so erfordert das nachträgliche Sortiren und Uebertragen des Holzes zu den nahen Spaltplätzen einen durchschnittlichen Arbeitsaufwand von . . . . . 0·06 Tagschicht per rm³

19. Werden 2 m lange Spaltstücke mittelst Wagen oder Schlitten zu den Zainungsplätzen überführt, so erfordert das Abladen und gleichzeitige Zainen des Holzes in 4·7—5 m hohen Stößen, einschließlich einer dachartigen Deckung des Zaines mit Spaltstücken, einen durchschnittlichen Arbeitsaufwand, und zwar
bei Ueberführung mit Wagen . . . . . 0·11—0·12 Tagschicht per rm³
„ „ „ Schlitten . . . . . 0·12—0·13 „ „ „

20. In jenen Fällen, wo das 2 m lange Rundholz in Bögen (Rahmen, Scheeren) über einen Gebirgssee gezogen oder überrahmt wird, erfordert das Ausziehen der Drehlinge, das nachherige Sortieren und Aufbereiten zu 1 m langem Scheitholz, einschließlich des Uebertragens zu den Zainplätzen und des Zainens, einen durchschnittlichen Arbeitsaufwand
bei einer Stoßhöhe von 4 m . . . . . 0·42 Tagschicht per rm³
„ „ „ „ 2 „ . . . . . 0·35 „ „ „

21. In der gleichen Weise erfordert das Ausziehen des 2 m langen Prügel- oder Mittelholzes aus den Bögen, das Ausschneiden zu 1 m langen Stücken und das Zainen in 2 m hohe Stöße eine Arbeit von . . . . . 0·20 Tagschicht per rm³

22. Aus den Holzbögen 1 oder 2 m lange harte Scheiter oder Prügel herausziehen und in Stößen von 4 m Höhe zainen, erfordert . . . . . 0·16 Tagschicht per rm³
während das Ausziehen des 1—2 m langen weichen Scheit- oder Prügelholzes aus den Seebögen und das Aufzainen in 4 m hohen Stößen einen mittleren Aufwand erheischt von . . . . . 0·14 Tagschicht per rm³

23. Die 1 oder 2 m langen Prügel- oder Mittelhölzer aus den Seebögen herausziehen und zainen erfordert

bei einer Stoßhöhe von 1 m . . . . . 0·09 Tagschicht per rm³
„ „ „ „ 4 „ . . . . . 0·12 „ „ „

24. Das in Haufen auf den Auffatzplätzen gemischt liegende Scheitholz nach harten und weichen Scheitern sortiren, erfordert . . . . . 0·02—0·03 Tagschicht per rm³

25. Rundholzstücke von einer Länge zwischen 4—8 m zu Scheit- und Prügelholz aufbereiten, einschließlich des Aufstellens in 4 m hohen Stößen, erfordert einen Arbeitsaufwand, und zwar

bei Gewinnung von hartem Scheitholz . . . . . 0·38 Tagschicht per rm³
„ „ „ „ Prügelholz . . . . . 0·30 „ „ „
„ „ „ weichem Scheitholz . . . . . 0·35 „ „ „
„ „ „ „ Prügelholz . . . . . 0·27 „ „ „

26. Wenn auf die Auffatzplätze Bau- oder Blochhölzer zugetriftet oder zugeführt werden, so werden diese mitunter der besseren Uebersicht und der erleichterten Rechnungsgebarung wegen nach Sortimenten getrennt, auf entsprechend hergerichtete Unterlagen gelagert. Dieses Sortieren und Lagern der Hölzer auf den Auffatzplätzen erfordert einen durchschnittlichen Aufwand per Stück, und zwar

bei großen Bauholzstämmen mit	1·00—2·00 fm³	0·18 Tagschicht
„ mittleren „ „	0·75—1·00 „	0·13 „
„ kleinen „ „	0·50—0·75 „	0·10 „
„ Rafen (Sparnholz) mit	0·30—0·50 „	0·05 „
„ großen Stangen mit	0·14—0·30 „	0·03 „
„ kleinen „		0·02 „
„ Spindelstangen für Holzrechen		0·01 „
„ 4—6 m langen Blochen in 5—7 m hohen Rollen	0·03—0·04	„

27. Werden Bloche in der Länge von 4—6 m zugetriftet, so erfordert das Einführen derselben aus den Rechen in die Triftcanäle oder Wasserriesen, das Ausziehen aus den letzteren und das Lagern in 5—7 m hohen Rollen einen Arbeitsaufwand von . . . . . 0·10—0·12 Tagschicht per Stück.

Bei Aufstellen der Hochzaine bedient man sich eigener Gerüste (Holzböcke mit überlegten Brettern) oder zaint staffelförmig, während das Zuschaffen auf Tragen erfolgt. Gewöhnlich erhalten die Holzzaine ein Dach und selbst einen Fuß und man bezeichnet sie dann als Zaine mit einem liegenden a (Fig. 208) oder stehenden Fuß b. Oefter werden auch zwei Hochzaine unter ein gemeinschaftliches Dach gestellt und zur weiteren Festigung noch mit sogenannten Kuppelscheitern untereinander verbunden. Das Moder- und Bruch- auch Brockenholz wird getrennt in höchstens 2 m hohen Zainen gestellt. Nutz-, Bau- und Klotzhölzer werden nach Länge und Sortiment getrennt, in Haufen oder Rollen auf entsprechende Unterlaghölzer gelagert und allenfalls mit Schwarten abgedeckt.

Der Arbeitsaufwand, den das Länden, Spalten und Zainen der Hölzer verursacht, hängt ab:

a) von der Holzart und den Dimensionen des Triftholzes,
b) von den Ausländvorrichtungen,
c) von der Entfernung der Zainplätze von den Ländanstalten,
d) von der Spaltbarkeit des Holzes, und
e) von der Art und Höhe der Zainung.

§. 295. Die Holzspaltmaschinen.

Das Spalten oder Klieben der 2 m langen Rundholzstücke *, wenn diese zur Eintriftung auf Ländplätzen gelangen, erfordert einen bedeutenden Kraftaufwand und sind hiefür starke und geübte Holzarbeiter erforderlich.

Die in Fig. 209, 210 und 211 abgebildete Spaltmaschine ** ermöglicht das Spalten der 1—2 m langen Rundhölzer. Die Anlage besteht aus einem Motor und der eigentlichen Spaltvorrichtung. Die letztere ist ein Ständer aus vier Holzsäulen, die oben den eisernen Spaltkeil tragen und unten den Spaltblock umschließen. Die Ständersäulen ruhen auf einem gemauerten Fundamente, beziehungsweise werden von einer Quadermauerung bis zum Niveau des Spalthauses umschlossen. In der graphischen Darstellung ist

a die Antriebswelle, welche vom Motor in Bewegung gesetzt,
b zwei Riemenscheiben behufs Uebertragung eines Theiles der Kraft auf eine Circularsäge,
c das Schwungrad,
d und e Kammräder zur Bewegung des Spaltkeiles,
f der Spaltkeil, der durch eine excentrische Scheibe auf- und abwärts bewegt wird,
g der Spaltblock oder Spalttisch,
h sind die vier Ständersäulen und
i das zu spaltende Stück Rundholz.

Die weiteren Bolzen, Lager, Schrauben u. s. w. sind aus dem Vorder- und Seitenschnitt Fig 209 und 210 ersichtlich, während in Fig. 211 der Spaltkeil getrennt dargestellt ist.

Die zum Spalten bestimmten Rundholzstücke schwimmen auf einem Wassergerinne bis nahe an den Spalttisch und werden durch eine Zugvorrichtung — Seil mit Haken — von der Maschine auf einer schiefen Ebene von beweglichen Eisenrollen bis an den Spaltblock gehoben; zwei Arbeiter führen dann das Rundholz unter den Spaltkeil, wenden es nach erfolgter Spaltung, so daß dasselbe nach der zweiten Einwirkung des

---

* Schon im XVII. Jahrhundert war man in Idria bemüht, das Spalten der 2 m langen Rundholzstücke auf Holzriesen selbstthätig zu erzielen. Johann Freiherr von Valvasor beschreibt in seinem Werke „Die Ehre des Herzogthumes Krain", Nürnberg 1698, eine interessante Vorrichtung, mittelst welcher die in einer Holzriese niedergleitenden Hölzer selbstthätig gespalten werden.

Valvasor schreibt im XXII. Capitel, p. 390, hierüber Folgendes:

„Man läßt bey Winters-Zeiten das Holtz von den höchsten Alpen herunter lauffen, nach denen aufgerichtet so genannten Rissen, welche auf Crainerisch Rische heißen. Denn man macht von langen Tannen- oder Fichtenbäumen von dem höchsten Gebirg herab bey des über Felsen und tiefe Graben gleichsam als wie Brucken oder Fußsteige; jedoch werden auf jeglicher Seiten auch Bäume gelegt und solche Brucken oder Fußsteige nennet man Risse. Im Winter beschüttet man solche Riss-Brucken mit Wasser, damit es die Kälte darauf zu Eys mache und solches blankes Eys-Pflaster sein Spiegel-glätte. Unten aber, wo der Riß ein Ende nimmt, setzt man ein stark und dickes eisern Kreutz, welches gleichsam einen Schnitt oder Schärfe hat; alsdann bringt man von oben von einander geschnittene Baumklötzer ungefähr drey oder vier Schuhe lang herbei bis an das gähe Ort, da sie hinab fahren können. Von dannen lauffen sie nach der Riß-Brucke (nicht ohn sonderbare Lust der Zuschauer) bis zu dem Kreutze. Wenn sie allda an solches Kreutz anschlagen, springt jedwedes Stück in vier Theile, daß also nochmals unvonnöthen ist, solche weiter zu spalten und den Holzhackern die Mühe erspahrt wird."

** Dieselbe wurde nach dem Entwurfe des Verfassers von der Erzherzog Albrecht'schen Maschinenbauanstalt zu Ustron in Schlesien ausgeführt und im Verwaltungsbezirke Offensee des österreichischen Salzkammergutes aufgestellt, wo sie noch gegenwärtig am Frauenbachaufsatze in Thätigkeit ist.

Die Vorrichtung zum Aufziehen der Hölzer ist vom k. k. Oberförster Fuchs construirt.

Spaltkeiles in vier Stücke zerlegt ist. Die Spaltstücke werden von weiteren zwei Arbeitern auf der entgegengesetzten Seite vom Spalttische hinweggezogen und auf bereitstehende Rollwagen verladen.

Schwache Stücke werden nur in zwei, stärkere in vier Theile zerlegt. Bei letzteren ist, namentlich bei weichem, ästigen und zähen Holze eine zweimalige Anwendung des Spaltkeiles für ein einmaliges Durchspalten erforderlich. Zur Bedienung der Maschine sind fünf Arbeiter erforderlich und beträgt pro Tag die Durchschnittsleistung 80 rm. Es beansprucht somit das Spalten eines rm Brennholzes einen Tagschichtenaufwand von 0·06.

Als Motor dient ein oberschlägiges Wasserrad von 40 Schaufeln mit einem Durchmesser von 5·7 m, einer Schaufelbreite von 1·1 m und einer Schaufeltiefe von 32 cm. Die Schaufeltheilung ist 44·7 cm, die Füllung der Schaufeln $\frac{1}{3·5}$, die Wassermenge pro Secunde 0·189 m³, absoluter Effect 17 Pferdekräfte, effective Leistung 10 Pferdekräfte, Touren des Rades 6½, Geschwindigkeit des Rades 1·89 m und Touren der Transmission 77, die Welle des Wasserrades ist 63 cm stark und 2·92 m lang. Das Wassergerinne hat eine lichte Breite von 1·1 m, eine Wasserhöhe von 10—12 cm, ein Gefälle von 0·6 cm pro Meter. Bei einer neuen Anlage empfiehlt sich die Anwendung eiserner Ständersäulen, wodurch der Spaltvorrichtung auch eine größere Oeffnung gegeben werden kann.

§. 296. Arbeiterstuben.

Die weit entlegenen Schläge, Holzbringungsanstalten und Ländplätze, welche sich, wie das im Gebirge fast überall der Fall ist, von menschlichen Wohnstätten weit ab befinden, erfordern Vorkehrungen für die Unterbringung der Arbeitermannschaft, die gewöhnlich eine, vielfach auch zwei Wochen am Arbeitsorte oder in dessen nächster Nähe zu bleiben gezwungen ist. Zur Unterbringung der Holzknechte sind mehr oder minder feste und dauerhafte Unterkunftshütten, „Holzknechtsstuben", herzustellen. Gewöhnlich werden Winterstuben oder solche für eine längere Dauer von Jahren aus Mauerwerk oder Holz, leichtere, d. h. Stuben für eine Sommercampagne, „Sommersölden", aus leichtem Holzbau mit Rindenbedachung hergestellt.

Wir unterscheiden zunächst große „Stuben" für die Unterbringung von 18 bis 24 Mann, kleine für 12 Mann, größere „Sommersölden" für 12 Mann und kleinere „Sommersölden" für 6 Mann.

1. Material- und Arbeitsaufwand für die Herstellung einer großen Holzknechtstube für 18—24 Mann, 10 m lang, 8·8 m breit und 3·5 m hoch, bei einer Dachneigung von 45 Grad. Die zwei Schlafstätten „Grad" sind à 8 m lang, 2 m breit und der offene Kochherd 1·5 m breit und 5 m lang.

Material-Erforderniß:

20 Stück	Bauholzstämme	à 10 m lang	} zu den 4 Schrottwänden.
22 „	„	à 8·8 „ „	
4 „	6 m langes	Polsterholz.	
4 „	9 „ „	Trammholz.	
2 „	10·5 „ lange	Pfetten.	

4	Stück	3·3 m lange	Firstsäulen.
8	„	1·7 „ „	Pfettensäulen.
20	„	6·2 „ „	Sparrenhölzer.
2	„	8·5 „ „	Grabbäume.
2	„	8·5 „ „	Grabbänke.
8	„	4·5 „ „	Hölzer zum Feuerherd.
8	„	1·5 „ „	
2	„	2·5 „ „	Hölzer zur Thüre.
2	„	2·3 „ „	

Zu diesen Zimmerholzstücken sind erforderlich:

9	Stämme	à 2·8	fm³	82·0 fm³ rohes Stammholz.
41	„	à 0·8	„	
4	„	à 0·6	„	
10	„	à 0·4	„	
81	„	à 0·2	„	
14	„	à 0·1	„	

Die Dachfläche mißt 124 m², die beiden Giebelflächen 26·4 m² und erfordert das Abdecken und Verschalen 1770 1·2 m lange Dachbretter (Klubbretter), welche aus den 9 Stämmen à 2·8 fm³ erzeugt werden sollen.

Arbeitsaufwand.

Aus 9 Stämmen 1770 Stück Dachbretter erzeugen, ausspalten . . .	53	Tagschichten
41 Stämme fällen, entrinden und in die erforderlichen Stücke ablängen	14	„
4 „ „ „ „ „ „ „ „ „	1	„
10 „ „ „ „ „ „ „ „ „	2	„
81 Stangen „ „ „ „ „ „ „ „	12	„
14 „ „ „ „ „ „ „ „ „	2	„
Die 52 Stück 8—10·5 m langen Bauholzstücke circa 100 m weit zur Baustelle abbringen	20	„
56 unterschiedliche Stammstücke zuliefern	10	„
20 Sparrenhölzer, 81 große und 14 mittlere Stangen zustreifen . .	14	„
Für die Herstellung der 4 Schrottwände aus 44 Stück Rundholzstöcken	22	„
Den Sturzboden aus Stangen (per m² 0·166 Tagschichten) herstellen	8	„
2 Grabbäume dreiseitig bezimmern und legen	4	„
2 Grabbänke einseitig behauen und legen	2	„
2 Stück Pfettenbäume 18/20 cm stark, 10·5 lang, kantig behauen und aufstellen	2	„
4 Firstsäulen 18/20 cm stark, 3·3 m lang, kantig behauen und aufstellen	2	„
8 Pfettensäulen à 1·7 m lang, 18/20 cm stark	2	„
1 Firstbaum 10·5 m lang, 18/20 cm stark	1	„
14 Lattenstangen, einseitig behauen	2	„
Den Dachstuhl abbinden und aufstellen und verlatten	18	„
Decken des Dachstuhles mit 1612 Brettern	16	„
Verschalen der Giebel mit 158 Brettern	4	„
3600 Stück Drahtstiften à 10 cm lang.		
Fürtrag . .	211	Tagschichten

Uebertrag . .	211	Tagschichten
Herdherstellung	6	„
Für Herstellung der Thüre sammt Thürstock	4	„
Thürschloß und 2 Bänder sammt Kegeln.		
Den Fußboden aus Stangen herstellen	6	„
Für Sammeln von Moos, Verstopfen der Fugen und Estrich auftragen	16	„
zusammen . .	243	Tagschichten

Wird die Holzstube auf einen Sockel von Mauerwerk gestellt, was jedenfalls zu empfehlen ist, so ist der vorstehende Aufwand noch zu ergänzen:

Für das Einsammeln und Zubringen von 22·5 m³ Steine	45·0	Tagschichten
Für Gewinnen und Zuliefern von 20 hl Lehm	20·0	„
22·5 m³ Grundmauerherstellung einschließlich Grundgrabung . . .	22·5	„
zusammen . .	87·5	Tagschichten

2. Die Herstellung einer hölzernen Unterkunftshütte (Holzknechtstube), für 12 Mann, 8 m lang, 7·3 m breit, mit einer 7·4 m langen, 2 m breiten Schlafstätte und einem 4·5 m langen und 1·5 m breiten Feuerherd erfordert an

Material:

7 Stämme à 2·8 fm³.
26 „ à 0·8
8 „ à 0·6
6 „ à 0·4
65 Stangen à 0·2
11 „ à 0·1
} 61·7 fm³ rohes Stammholz.*

Arbeitsaufwand:

7 Stämme fällen und zu 1418 Stück 1·2 m langen Dachbrettern auffspalten	42·5	Tagschichten
26 Baustämme à 0·8 fm³ 8 „ à 0·6 „ 6 „ à 0·4 „ 65 große und 11 mittlere Stangen } erzeugen, entrinden und zu den erforderlichen Stücken verschneiden	24·0	„

Für das Beiliefern der Hölzer auf eine mittlere Entfernung von 100 m, und zwar:

46 Bauholzstücke 5·5—8 m lang	18·0	„
15 „ 1·4—9 „ „	3·0	„
10 Rafen- oder Sparrenhölzer	1·0	„
Fürtrag . .	88·5	Tagschichten

* 20 Stück à 8·0 m lang
20 „ à 7·0 „ „
} zu Schrotwänden,
4 „ à 5·5 „ „ „ Pölstern,
2 „ à 7·3 „ „ „ Trämen,
1 „ 9·0 „ „ zum Firstbaum,
2 „ à 9·0 „ „ zu Mauerbänken,
4 „ à 3·0 „ „ „ Firstsäulen,
8 „ à 1·4 „ „ „ Streben,
10 „ à 5·5 „ „ „ Dachsparren.

Die Stangen gehören zur Sturzdecke, zum Fußboden und zur Schlafstelle.

Uebertrag . .	88·5	Tagschichten
72 Stangen	8·0	„
40 Stück Bauhölzer zu den 4 Schrottwänden zusammenzimmern . .	13·0	„
Den Ober- oder Sturzboden aus Stangen legen	6·0	„
Den Gradbaum und die zwei Gradbänke behauen und legen	4·0	„
11 Stangen zu Dachlatten herrichten	2·0	„
Den Dachstuhl abbinden, aufstellen und verlatten	10·0	„
Das Dach mit 1287 Stück 1·2 m langen Brettern und die Giebel mit 131 Dachbrettern verschalen	16·0	„
3000 Stück 10 cm lange Drahtstiften	6·0	„
Die Herstellung des Feuerherdes und der Thür	4·0	„
2 Thürbänder und Schloß.		
Für das Legen des Fußbodens aus stärkeren Stangen	6·0	„
Moos sammeln, Fugen verstopfen und an dem Sturzboden einen Estrich herstellen	8·0	„
zusammen . .	171·5	Tagschichten

3. Die Anlage einer Sommersölde für 12 Mann, 6·4 m breit, 8 m lang und 2 m hoch, mit einem 1·4 m breiten und 4·4 m langen Feuerherd und einem 2 m breiten und 8 m langen Schlafraum (Grad) erfordert an

Material:

4	Baustämme	à 0·80 fm³	10·9 fm³ rohes Stammholz.*
6	„	à 0·60 „	
4	„	à 0·40 „	
5	Stangen	à 0·20 „	
4	„	à 0·10 „	
22	„	à 0·05 „	

Arbeit:

Die 14 Baumstämme und 31 Stangen erzeugen, entrinden und auf die erforderlichen Längen zusammenschneiden	8·5	Tagschichten
Das gewonnene Holz, 5 Stück Bauholzstücke 6·4 m lang, 10 Stück desgleichen 2—8 m lang, 10 Stück Sparrenhölzer 4·6 m lang, 26 Stück Stangen auf 100 m verglichener Weite zum Bauplatz zuliefern	7·0	„
4 Grundbäume legen 8 Säulen aufstellen 4 Mauerbänke aufsetzen 2 Firstsäulen und 1 Firstbaum aufstellen	13·0	„
Fürtrag . .	28·5	Tagschichten

* 2 Stück à 8·0 m lang zu Grundbäumen,
2 „ à 6·4 „ „ „ „
2 „ à 8·0 „ „ „ Mauerbänken,
2 „ à 6·4 „ „ „ „
8 „ à 2·0 „ „ „ Säulen,
2 „ à 2·4 „ „ „ Firstsäulen,
1 „ 8·0 „ „ „ Gradbäumen,
2 „ à 8·0 „ „ „ Gradbänken,
2 Stück à 2·0 m lang zu Thürsäulen,
10 „ à 4·6 „ „ „ Dachsparren,
22 Latten zur Verschalung,
6 „ à 4·4 m zum Feuerherd,
6 „ à 1·4 „ „ „
2 „ à 2·0 „ zu Streben,
4 Stangen zum Ueberlagboden.

Uebertrag . .	28·5	Tagschichten
147·2 m³ Rinde zum Eindecken und 70·6 m² zum Einschalen der Giebel gewinnen und Zubringen	10·0	„
147 m² Rindendachherstellung	5·0	„
70 m² Rindenverschalung	3·0	„
Für die Herstellung des Feuerherdes	2·0	„
Der Schlafstelle sammt Thür, Grabbaum und Grabbank	2·0	„
zusammen . .	50·5	Tagschichten

4. Die Herstellung einer Sommersölde für 6 Mann, 4·5 m lang, 4·5 m breit, im Mittel 3 m hoch, mit Schlepdach und Feuerherd, erfordert an

Material:

3 Baustämme	à 0·6 fm³	
3 „	à 0·4 „	4·8 fm³ rohes Stammholz. *
4 Stangen	à 0·2 „	
10 „	à 0·1 „	

Arbeit:

Gewinnen, Entrinden und Zuschneiden der 6 Baustämme und 14 Stangen erfordert	4·0	Tagschichten
Das Zubringen von 6 Stück 4·5 m langen Bauholzstücken, 10 Stück 1·4—3·5 m langen Bauholzstücken, 8 Stück 4·5—5·0 m langen Bauholzstücken und 10 Stangen auf eine mittlere Entfernung von 100 m zur Baustelle	4·5	„
Die 4 Grundbäume legen, die 4 Säulen und die 4 Streben aufstellen, 4 Sparren aufziehen und verlatten	5·0	„
Den Feuerherd herstellen	2·0	„
2 Grabbalken einzimmern	2·0	„
Die Gewinnung und Beilieferung von Rinde, und zwar:		
40 m² zum Dach, 54 m² zu den Seitenverschalungen	4·0	„
Für Herstellung der Dacheindeckung und Verschalung mit Fichtenrinde	4·0	„
zusammen . .	25·5	Tagschichten

Der Arbeitsaufwand, den das Gewinnen der unterschiedlichen Hölzer verursacht, die bei den einzelnen Bauten im gesammten Gebiete des forstlichen Transportwesens benöthigt werden, kann der am Schlusse beigefügten Tabelle XLVI entnommen werden.

* 4 Stück à 4·3 m lang zu Grundbäumen,
2 „ à 2·0 „ „ „ } „ Säulen,
2 „ à 3·5 „ „ „ }
4 „ à 4·5 „ „ „ Streben (Querriegeln),
4 „ à 5·0 „ „ „ Dachsparren,
10 „ Stangen zur Feuerstelle, 3·0 m lang, 1·4 m breit.
2 „ à 4·5 m lang zum Grab.

Literatur.

I. Selbstständige Publicationen im Gebiete des forstlichen Transport- und Bauwesens.

A. Das Transport- und Bauwesen im Allgemeinen.

1. Jägerschmid. Handbuch für Holztransport- und Floßwesen. Karlsruhe 1828.
2. Wessely J. Die österreichischen Alpenländer. 1853.
3. — Die Forstverwaltung Bayerns, vom königl. bayrischen Ministerialforstbureau. 1861.
4. — Mittheilungen des bayrischen Ministerialforstbureaus. München 1862.
5. Fanghauser J. Die Drahtseilriese mit besonderer Berücksichtigung der Holztransporteinrichtung im kleinen Schliersenthal. 1872.
6. — Die Bodencultur auf der Wiener Weltausstellung. II. Band, S. 44—78. 1873.
7. Wondrak F. Bemerkungen über den Wassertransport der Hölzer in Oesterreich-Ungarn. 1878.
8. Exner W. Dr. Das moderne Transportwesen. 1877.
9. Gayer C. Forstbenützung. Sechste Auflage. 1883.

B. Specialwerke im Gebiete des forstlichen Transport- und Bauwesens.

a) Waldwegebau.

10. Wesermanns. Handbuch des Straßen- und Brückenbaues. 1830.
11. Umpfenbach. Theorie des Neubaues, der Herstellung und Unterhaltung der Kunststraßen. Berlin 1830.
12. Sganzin (übersetzt von Lehritter und Strauß). Wegebau. 1832.
13. Karl H. Anleitung zum Waldwegebau. 1842.
14. Steenstrup. Leitfaden zur Anlage und Unterhaltung der Landstraßen, Beurtheilung ihrer Kosten, Vehikel und Frequenz. Kopenhagen. 1843.
15. Reidhardt. Der Waldwegebau. 1852.
16. Braun E. Ueber die Anlage von Schneißensystemen. 1855.
17. Dengler L. Weg-, Brücken- und Wasserbaukunde für Land- und Forstwirthe. 1863.
18. Scheppler K. Das Nivelliren und der Waldwegebau. 1863.
19. Heyer E. Dr. Anleitung zum Bau von Waldwegen. 1864.
20. Becker M. Der Straßen- und Eisenbahnbau. 1870.
21. Kaven A. v. Vorträge über Ingenieurwissenschaften. 1870.
22. Ahlberg. Der Straßenbau. 1870.
23. Schuberg K. Der Waldwegebau. 1873.
24. Mühlhausen C. Das Wegenetz des Lehrforstrevieres Gahrenberg. 1876.
25. Stötzer. Waldwegebaukunde. 1877.
26. Schubert J. C. Dr. Landwirthschaftlicher Wege- und Brückenbau. 1878.
27. Heyer E. Dr. Tafeln zur Erdmassenberechnung beim Baue der Waldwege. 1879.
28. Raeß H. J. Dr. Waldwegenetz und Waldeintheilung im Gebirge. München 1880.

b) Grundbau bei Land- und Wasserbauobjecten.

29. Hagen G. Handbuch der Wasserbaukunst.
30. Becker M. Allgemeine Baukunde des Ingenieurs.
31. Klasen L. Handbuch der Fundirungsmethoden im Hochbau, Brücken- und Wasserbau. 1879.

c) Stütz- und Futtermauern.

32. Winkler. Neue Theorie des Erddruckes, nebst einer Geschichte der Theorie des Erddruckes und der hierüber angestellten Versuche. 1872.
33. Rebhahn. Theorie des Erddruckes und der Futtermauern.
34. v. Kaven. Stütz- und Futtermauern.
35. Culmann. Graphische Statik.

d) Bauingenieurkunst im Allgemeinen.

36. Kreuter. Deutsche Uebersetzung des Handbuches der Bauingenieurkunst, von W. J. Macquorn-Rankine.

e) Klausbauten.

37. Schaffer W. Theoretisch-praktische Abhandlungen aus dem Gebiete der Wasser- und Straßenbaukunde. 1867.

f) Bauten an größeren Flüssen, Gebirgs- und Wildbächen.

38. Eberenz. Wasserbaukunst an reißenden Flüssen. Praktischer Theil. Freiburg 1767.
39. Zalinger. Die Ueberschwemmungen in Tirol. Innsbruck 1778 und 1779.
40. K. k. Gubernialverordnung vom 9. Mai 1788. Innsbruck. (Polizei-Z. 6698.)
41. Fabre. Essai sur la théorie des torrents et des rivières. Paris 1797.
42. Dugied. Project de boisement des Basses-Alpes.
43. Lecreuls. Recherches sur les rivières. Paris 1804.
44. Aretin Freiherr v. Bergfälle und die Mittel, denselben vorzubeugen oder wenigstens ihre Schädlichkeit zu vermindern, mit vorzüglicher Rücksicht auf Tirol. Innsbruck 1808.
45. Duile J. Ueber Verbauung der Wildbäche in Gebirgsländern. Innsbruck 1826.
46. Jeitter J. M. Die forst- und landwirthschaftliche Wasserbaukunst in ihrem ganzen Umfange. Stuttgart 1832.
47. La Nicca. Die Unternehmungen der Rheincorrection im Canton Graubünden, historisch und technisch dargestellt. Zürich 1839.
48. Summarischer Bericht über die Rheincorrection im Domleschgerthal. Zürich 1841.
49. Gumppenberg-Pöttmes Freiherr v. Der Wasserbau an Gebirgsflüssen oder praktische Anleitung, die Gebirgsflüsse dort, wo sie in zerstreuten Rinnsalen das flache Land verwüsten und endlich die sie aufnehmenden Hauptströme versanden, ihrer Natur entsprechend zu behandeln. Augsburg 1854.
50. Müller F. Die Gebirgsbäche und ihre Verheerungen, wie die Mittel zur Abwendung der Letzteren. Landshut 1857.
51. I torrenti dell' alpi ed i mezzi diretti allo loro difesa. Mailand 1859.
52. Zwei Berichte an den schweizerischen Bundesrath über die Untersuchung der schweizerischen Hochgebirgswaldungen in den Jahren 1858—1860. Bern 1860, 1861 und 1862.
53. Legler G. H. Druckschrift über die Abflußverhältnisse des Bodensees von Constanz bis Stein. Glarus 1862.
54. Der Binnenflußbau im Großherzogthum Baden. Denkschrift mit 21 Beilagen und einem Kartenhefte. Karlsruhe 1863.
55. Kink M. Gutachten über die Rheincorrection. 1864.
56. Anmerkungen eines alten Wehrmeisters zu dem Kink'schen Gutachten. 1864.
57. Culmann. Bericht an den schweizerischen Bundesrath über die Untersuchung der schweizerischen Wildbäche, vorgenommen in den Jahren 1858—1860 und 1863. Zürich 1864.
58. Protokoll, aufgenommen zu Bregenz, 5. August 1865, betreffend die Rheincorrection.
59. Protokoll über die im Juni 1867 in Constanz stattgehabte Berathung des Rheincorrectionsprojectes. Bern 1867.
60. Verhandlungen des großen Rathes des Cantons Bern über die Juragewässer-Correction. Bern 1867.

61. Breton P. Memoires sur les barrages de retenue des graviers. Paris 1867.
62. Jahresbericht der Juragewässer-Correction, von 1868 angefangen.
63. Legler G. H. Hydrotechnische Mittheilungen über Linthcorrection, Runsenbauten, Zürichseeregulirung. Glarus 1868.
64. Kutter W. R. Kurzer Bericht über die neuen Theorien der Bewegung des Wassers in Flüssen und Canälen von Darcy und Bazin und von Humphreys und Abbot. Bern 1868.
65. Bericht der Expertencommission über die Ursache und den Betrag des durch die Ueberschwemmung im Jahre 1868 in den Cantonen Uri, St. Gallen, Graubünden, Tessin und Wallis angerichteten Schadens. Bern 1869.
66. Coaz J. W. Die Hochwässer im September und October 1868. Leipzig 1869.
67. Bridel. Bericht über die Studien am Hagneckeinschnitt. Bern 1869.
68. Escher von der Linth, Studer und Desor. Bericht über die Beschaffenheit des Aarenschlammes und dessen Einfluß auf die Verdichtung der torfhaltigen Uferböschungen zum projectirten Aarberg-Hagneck-Canal. Bern 1870.
69. Salis v. Eingabe der Regierung des Cantons Graubünden an den Tit. Schweizerischen Bundesrath, auch zu Handen der hohen Landesversammlung, betreffend die Verbauung der Wildbäche in der Schweiz, mit speciellem technischen Gutachten über das Project der Nollaverbauung. 1870.
70. — Bericht über die Verbauung des Glenners und größerer Flüsse im Allgemeinen. Chur 1870.
71. Culmann und Legler. Bericht an die eidgenössische Linthcommission über das Project eines Industrie-Schifffahrtscanals. Bern 1870.
72. Surell A. Étude sur les torrents des Hautes-Alpes. Deuxième édition par Cézanne. Paris 1870 und 1872. (Erste Auflage 1842.)
73. Culmann und Legler. Gutachten an die Polizeicommission des Cantons Glarus über das Project einer Regulirung der Linth von Thierfeld bis Mollis. Glarus 1872.
74. Dünkelberg Dr. Culturtechnische Skizze über eine zweite Reise durch Tirol. Innsbruck 1873.
75. Die Flußregulirung in Schlesien. Troppau 1874.
76. Correction der Donau im Regierungsbezirk Schwaben und Neuberg mit 10 Flußkarten. Ditlingen 1874.
77. Costa de Bastelica. Les torrents, leurs lois, leurs causes, leurs effets. Paris 1874.
78. Heß A. Die Correction der Wildbäche. Halle a. S. 1876.
79. Lauterburg. Versuch zur Aufstellung einer allgemeinen Uebersicht der aus der Größe und Beschaffenheit der Flußgebiete abgeleiteten schweizerischen Abflußmengen, gestützt auf die meteorologischen und hydrometrischen Beobachtungen der Schweiz, nebst Anleitung zur Behandlung dieser Aufgabe im Allgemeinen. Bern 1876.
80. Hagen G. Untersuchungen über die gleichförmige Bewegung des Wassers. Berlin 1876.
81. Perels. Handbuch des landwirthschaftlichen Wasserbaues. Berlin 1877.
82. Lehmann. Die Wildbäche der Alpen. Breslau 1879.
83. Graf. Waldverwüstungen und Muhrbrüche. Wien 1879.
84. Franzius und Sonne. Der Wasserbau, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, III. Band, Cap. X, S. 538. Verbauung der Wildbäche und Regulirung der Gebirgsflüsse, von V. Pestalozzi. Leipzig 1879.
85. Demontzey. Studien über die Arbeiten der Wiederbewaldung und Berasung der Gebirge, in deutscher Uebersetzung von Freiherrn von Seckendorf. Wien 1880.
86. Seckendorf Freiherr v. Verbauung der Wildbäche, Aufforstung und Berasung der Gebirgsgründe. Wien 1884.

g) Flößerei und Floßrecht.

87. Friese. Dissertatio de jure grutiae. Jena 1701.
88. Du transport, de la Conservation et de la force de bois, par du Hammel. Paris 1767.

89. König W. v. Bruchstücke des Floßhandels. 1785.
90. — Beiträge zur praktischen Floßhandelswissenschaft. Ulm 1790.
91. Cancrius. Abhandlungen von dem Wasserrechte.
92. Medicus. Forsthandbuch. Tübingen 1802.
93. Sponecks K. F. Graf. Handbuch des Floßwesens, vorzüglich für Forstmänner, Kameralisten und Floßbeamte. Stuttgart 1825.
94. Heldenberg. Praktische Forstkunde. München 1828.
95. Mayer C. E. Beschreibung der großen Schwemmanstalt auf der Herrschaft Krumau. Wien 1830.
96. Beschreibung der großen Schwemmanstalt auf der Herrschaft Krumau in Böhmen. Wien 1831.

h) Die Sprengtechnik.

97. Mahler J. Die Sprengtechnik im Dienste des Bau- und Bergwesens.

i) Lawinenverbauungen.

98. Coaz. Die Lauinen der Schweizeralpen. 1881.

k) Tabellenwerke.

99. Wach. Der praktische Baurathgeber. 1874.
100. Schindler K. Portefeuille für Forstwirthe. 1876.
101. Wagner W. Der praktische Baurechner. 1878.
102. Junk D. V. Der Wiener Baurathgeber. 1882.

II. Besprechungen aus dem Gebiete des forstlichen Transport- und Bauwesens in den unterschiedlichen Zeitschriften.*

a) Holz- und Wegriesen.

1. Breymann K. Neigung der Holzriesen und der zum Holztransporte dienenden Eisenbahnen. Oe. M. 1869, S. 185.
2. Cobanz. Rieswerke im Staatsforste Cadino. C. f. d. g. F. 1875, S. 40.
3. Förster G. Rieswegeanlagen in den Forsten des Salzkammergutes. C. f. d. g. F. 1875, S. 293.
4. Fuchs J. Betriebsresultate der ersten Rieswegeanlage im Salzkammergute. C. f. d. g. F. 1875, S. 584.
5. Aus dem österr. Salzkammergute. Anlage eines Rieseweges. Oe. M. 1875, S. 178.
6. Paweſch. Schneetunnel über eine Riese. W. F. u. J. T. 1876, S. 80.

---

* Oe. M. = Oesterreichische Monatsschrift.
Oe. V. = Oesterreichische Vierteljahresschrift.
C. f. d. g. F. = Centralblatt für das gesammte Forstwesen.
A. F. u. J. Z. = Allgemeine Forst- und Jagdzeitung.
M. f. F. u. J. = Monatsschrift für Forst- und Jagdwesen.
Th. f. J. = Tharander forstliches Jahrbuch.
V. f. F. J. u. N. = Vereinsschrift für Forst-, Jagd- und Naturkunde.
V. d. sä. F. V. = Berichte des sächsischen Forstvereines.
Sch. Z. f. d. F. = Schweizer Zeitschrift für das Forstwesen.
W. F. u. J. T. = Weber's Forst- und Jagdtaschenbuch.
F. V. = Forstliche Blätter.
V. d. bd. F. V. = Vereinszeitschrift des badischen Forstvereines.
V. d. m. sch. F. V. = Vereinsschrift des mährisch-schlesischen Forstvereines.
V. o. ö. F. = Berichte des oberösterreichischen Forstvereines.
St. F. = Stahl's Forstmagazin.
H. A. u. J. V. = Hannoveranischer Architekten- und Ingenieurverein.
M. F. = Moser's Forstarchiv.
M. Z. f. F. u. J. = Meyer's Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen.
F. C. V. = Forstliches Centralblatt.
Diese Abkürzungen wurden bei der Bezeichnung der einzelnen periodischen Zeitschriften angewendet.

7. Schuberg K. Einige Worte über Rieswerganlagen C. f. d. g. F. 1877, S. 90.
8. Petraschek K. Das Gefälle der Holzriesen. Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs. 1. Heft 1877.
9. Steiner F. Ueber das Fallgesetz der Riese und über die Riese constanter Fallgeschwindigkeit. Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs. 1. Heft 1877.

b) Draht-, Drahtseilriesen und Drahtseilbahnen

10. Holzlieferungen am Pilatusberge in der Schweiz. A. F. u. J. Z. 1834, S. 139.
11. Die Holzleitungen in der Schweiz, besonders am Pilatusberge. Laurop's Annalen der Forst- und Jagdwissenschaft. VI., S. 136.
12. Blumenbach. Landeskunde von Oesterreich unter der Enns. 1835.
13. Feistmantel. Die Forstwirthschaft mit besonderer Rücksicht auf Oesterreich. 3. Th. 1836.
14. Schmidt. Der Schneeberg. 1831.
15. — Wiens Umgebung. 1839.
16. Leinböck. Die Forstwirthschaft in Bezug auf den Bergbau. II. Band. 1836.
17. Grabner. Forstwirthschaftslehre. 1841.
18. Schwarz. Die Forstwirthschaft in kurzen Umrissen. 1853.
19. Die Drahtriesen in Südtirol. Oe. M. 1859, S. 411.
20. Ein Drahtseilbahnproject. Oe. M. 1870, S. 248.
21. Hodgson's Drahtseilbahn als Transportmittel für Bodenculturzwecke. Oe. M. 1872. S. 74.
22. Exner W. T. Dr. Maschinenkunde an Forstlehranstalten. Biegsame Verbindungs- und Kraftübertragungsmittel. A. F. u. J. Z. 1872, S. 177.
23. Eisen- und Stahldraht als Transportmittel. Oe. M. 1872, S. 330, 436 und 519, sodann 1873, S. 473.
24. Holzaufzug und Drahtseilbahn. Oe. M. 1874, S. 551.
25. Drahtbahn. Oe. M. 1875, S. 235.
26. Graf Pálffy'sche Drahtseilriese. Oe. M. 1876, S. 369.
27. Kern. Wegweiser für die projectirten Ausflüge des Schweizer Forstvereines in Interlaken. 1877.
28. Die Drahtseilriese System Panz. Mittheilungen des krainisch-küstenländischen Forstvereines. 3. Heft. 1878.
29. Nekola. Bericht über die forstliche Ausstellung in Triest. V. o. ö. F. 24. Heft. 1883.

c) Waldwegebau.

30. Ueber den Waldwegebau. A. F. u. J. Z. 1839, S. 117, 121.
31. Welchen Einfluß äußert ein wohlgeordnetes System des Waldwegebaues auf Bewirthschaftung und Ertrag. A. F. u. J. Z. 1849, S. 279.
32. Böckelberg. Ueber Straßengefälle und den Einfluß auf die Nutzleistung der Zugthiere. H. A. u. J. V. 1855 und 1856.
33. Untersuchungen über die geeignetesten Formen und zweckmäßigsten Dimensionen, welche Stützmauern, Erd- und Steindämme erhalten müssen, damit dieselben bei möglichster Ersparung an Material dem Erd- und Wasserdrucke den größten Widerstand zu leisten vermögen. Oe. M. 1858.
34. Zur Aufstellung der Kostentarife für die Erdarbeiten beim Waldwegebau. A. F. u. J. Z. 1869, S. 77.
35. Der Waldwegebau im Großherzogthume Baden. M. f. F. u. J. 1870, S. 263.
36. Mohr. Beiträge zur Theorie des Erddruckes. H. A. u. J. V. 1871 und 1872.
37. Schilling. Waldwegebau. C. f. d. g. F. 1875, S. 660.
38. Kaiser. Aphorismen über Waldwegebau. M. f. F. u. J. 1875.
39. Roth. Eine praktische Straßenwalze. M. f. F. u. J. 1875, S. 172.
40. Jutze. Ueber die erforderliche Stärke der gebräuchlichsten Formen von Quaimauern, Stützmauern und Thalsperren. Deutsche Bauzeitung. 1875, Nr. 47–51.

41. Müller A. Aphorismen über Waldwegebau. Vorzugsweise im Hinblick auf die Wegeanlagen in den Domänialwaldungen der vormals großherzoglich-hessischen Gebirgstheile der Provinz Hessen-Nassau. F. B. V. Jahrgang, S 161.
42. Wimmenauer. Ein Beispiel zur Lehre vom Wegnetz und der Waldeintheilung. A. F. u. J. Z. LIII. Jahrgang, S. 113.
43. Heyer E. Das Abstecken der Serpentinen beim Waldwegebau mit Erzielung möglichster Ersparniß an Kosten und Waldgelände, gegründet auf die Bewegungsgesetze des Fuhrwerkes für Brenn- und Langholz. Th. f. J 1876, S. 1.
44. Hampel. Erd- und Felsbewegungsarbeiten in den Staatsforsten der Steiermark. C. f. d. g. F. 1877, S. 41.
45. Heyer E. Wegnetz und Wirthschaftsnetz. F. B. 1878, S. 36.
46. Eichhoff. Praktische Erfahrungen in Sachen des Waldwegebaues. F. B. 1878, S. 260.
47. Heyer Th. Wegebau-Arbeiten in der Oberförsterei Eichelsdorf. A. F. u. J. Z. 1878, S. 155, und 1880, S. 369.
48. Weber's verbesserter Wegehobel. A. F. u. J. Z. 1878, S. 407.
49. Weber's Wegehobel. C. f. d. g. F. 1878, S. 99.
50. Wegverschluß. C. f. d. g. F. 1878, S. 498.
51. Schuberg. Ein einfaches Verfahren zur Veranschlagung von Wegbaukosten. C. f. d. g. F. 1879, S. 121.
52. Weise. Weber's patentirter Wegehobel. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. 1880, S. 550.
53. Waldwegebau in Frankreich. C. f. d. g. F. 1880, S. 440.
54. Leistungsfähigkeit des Weber'schen Wegehobels. C. f d. g. F. 1880, S. 323.
55. Webers verbesserter Wegehobel. C. f. d. g. F. 1880, S. 277.
56. Hölzerner Brückenbelag. F. C. B. 1880, S. 452.
57. Faß- oder Tonnenbrücken. C f. d. g. F. 1880, S. 278.
58. Ueber Wegerhaltung. C. f. d. g. F. 1883, 552.
59. Marchet J. Studien über Wegtracirung und das Abstecken von Wegcurven. Oe. B. 1883, III. Quartal.

d) Waldbahnen.

60. Die Idrianer Holzbahnen. Oe. M. 1856.
61. Koderle. Ein neues hydraulisches Holztransportsystem, bestehend in der Benützung der Wasserkraft zum Bahnbetriebe. Oe. M. 1864, S. 492.
62. Exner W. H. Das Lo-Prest'sche Eisenbahnproject als Holzbringungsmittel beurtheilt. Oe. M. 1869, S. 233.
63. Lo-Presti's Holzeisenbahn. Oe. M. 1869, S. 159.
64. Neue Eisenbahnconstruction von Lo-Presti. A. F. u. J. Z. 1869, S. 479.
65. Zur Lo-Presti-Bahnfrage. Oe. M. 1869, S. 252.
66. Oesterreicher. Forst- und Industrie-Eisenbahnen. Oe. M. 1869, S. 324.
67. Thomic. Zur Frage über die Lo-Prestibahn. Oe. M. 1869, S. 544.
68. Die Lo-Prestibahn und die Riese. Oe. M. 1869, S. 439.
69. Das Eisenbahnsystem Larmanjat. Oe. M. 1869, S. 432.
70. Ein neuer Wegedampfer zum Holztransport. A. F. u. J. Z. 1869, S. 402.
71. Churawy. Die Lo-Prestibahn in ihrer bisherigen Anwendung. Oe. M. 1870, S. 507.
72. Mittheilungen über beachtenswerthe Vorkommnisse im Forstbetriebe. Eisenbahn zum Holztransporte in Frankenwald. V. d. bd. F. V. 1871, S. 72.
73. Thieriot. Transportable Bahnen. F. B. 1873, S. 60.
74. Pfosteneisenbahnen. Oe. M. 1875, S. 178.
75. Eine Rollbahn. Ein Beitrag zur Kenntniß verschiedener Holzlieferungseinrichtungen. Oe. M. 1875, S. 263.
76. Lippert Ch. Project einer Rollbahn. C. f. d. g. F. 1878, S. 609.
77. Hampel L. Project einer transportablen Rollbahn. C. f. d. g. F. 1878, S. 4.

78. Exner W. H. Dr. Der „Porteur Decauville", ein neues Eisenbahnsystem für Rohproductenverkehr. C. f. d. g. F. 1879, S. 182.
79. Hoffmann A. Drahtseilbahn. Harzer Forstverein. 1879, S. 56.
80. Brettschneider H. Waldbahnen. Oesterreichische Forstzeitung Nr. 37—41. Jahrgang 1883.
81. Die Rollbahn des Beslinacer Berg- und Hüttenwerkes im Banatdistricte der provinc. Militärgrenze. Oe. B. 1883, S. 312.
82. Ueber die Dauer des Schwellenmaterials. C. f. d. g. F. 1883, S. 299.
83. Gegen das Faulen des Holzes im Boden. C. f. d. g. F. 1883, S. 481.
84. Beyer M. Spalding's Feldeisenbahn im Dienste des Waldes, C. f. d. g. F. 1884, S. 421.

e) Wasserbau, Trift und Flößerei.

85. Stahl's Forstmagazin. I., VII., VIII. und XI. Band.
86. Bergius' Kameralmagazin. III. Theil.
87. Moser's Forstarchiv. II., VII., XII. und XIII. Band.
88. Forst-, Fisch- und Jagdlexikon. IV. Band.
89. Krünitz. Encyklopädie. XIV. Band.
90. Schlözer's Staatsanzeigen. I. Band. 1. Heft.
91. Eston. Kurzer Begriff vom Holzrecht. St. F. VIII. Band.
92. Nachricht von dem Floßwesen überhaupt und von der Floßgerechtigkeit. St. F. I. Band. S. 225—241.
93. Gespräch zwischen einem Langholzflößer und einem herrschaftlichen Brennholzlieferanten, das Brennlastflößen betreffend. St. F. III. Band, S. 255.
94. Zuverlässige Beschreibung von dem Langholzflößen, wie solches in dem Herzogthum Württenberg, und zwar auf dem Enz- und Nagoldfluß betrieben wird. St. F. VIII. Band, S. 1.
95. Kurzer Bericht von dem Floßrechte. St. F. IX. Band, S. 203.
96. Etwas aus dem Limburgischen von dem besonderen Hallholzflößen. Forst- und Jagdbibliothek. I. S. 57.
97. Nachricht von dem Hallholzflößen auf dem Kocherfluß aus der Grafschaft Limburg nach Schwäbisch-Hall. M. F. II. S. 191.
98. Vom Hall'schen und Limburg'schen Floßwesen in ihrem Zusammenhange von den ältesten bis auf die neuesten Zeiten. Prescher's Geschichte der Reichsgrafschaft Limburg. S. 29—51.
99. Neue Floßanstalten im Altenburgischen M. F. X. S. 210.
100. Geschichte des Holzflößens, besonders in Schwaben vor seiner Erfindung bis auf unsere Zeiten. M. F. XII. S. 3—226.
101. Erklärungen der Kunstwörter und Benennungen, welche beim Flößen und beim Holzhandel auf dem Wasser vorkommen, nebst einigen weiteren Erläuterungen dieses wichtigen Forstgeschäftes. M. F. XIII. S. 1—92.
102. Ueber den Verlust an der vorjährigen Holztrift auf der Isar durch das Hochwasser. M. Z. f. F. u. J. II. 2. S. 66.
103. Ueber die Räumung des Mangfallflusses und dessen Ufer zur Beförderung der Salinenbrennholztrift. dann Flößung des Bau- und Werkholzes. M. Z. f. F. u. J. II. 11. S. 41.
104. Beschreibung der auf dem Ammersee zur Ueberfahrt des ärarischen Scheitertriftholzes dienlichen Schäre. M. Z. f. F. u. J. III. 1. S. 68.
105. Ueber die Scheiterholzflöße auf der Iller mittelst sogenannten Flandern. M. Z. f. F. u. J. III. 3. S. 125.
106. Die Entstehung der Trift und Flößung aus den Gebirgswaldungen von Schliersee, Tegernsee und Fischbachau. M. Z. f. F. u. J. III. 4. S. 62.
107. Ueber Fällung und Abzählung des Triftholzes. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen von Behler. I. 3. S. 1.
108. Laurop Annalen. I., II. und VI. Band. Uebersetzung des französischen Werkes:

„Memoires sur les traveaux, qui ant rapport à l'Exploitation de la Mature les Pyrenès par. M. Leroy" durch Eggener. 1776.
109. Von dem Flößen und den dabei gewöhnlichen Ausdrücken. Leonhardi's Forstkalender. 1795, S. 117—137, dann 1796, S. 43—61.
110. Rietsch. Forst- und Jagdneuigkeiten. 1827, Nr. 13.
111. Versuch einer Beschreibung der großen Holzschwemmanstalt auf der Herrschaft Krumau, Budweiser Kreis in Böhmen. Allgem. österr. Zeitschrift. 1829, S. 289, 421, 787, 811, 899, 923, 948, 974, 1004 und 1018.
112. Löffelholz, Freiherr v. Die berühmte Holzschwemmanstalt auf der Herrschaft Krumau in Böhmen. A. F. u. J. Z. 1832, S. 45—49.
113. Die Holztrift auf den Gebirgsflüssen Steyerling und Gosau. A. F. u. J. Z. 1834, S. 451.
114. Beantwortung der Fragen: Sind runde Piloten eben so gut als vierkantig behauene beim Wasserbau anwendbar, und ist das Eichenholz bei allen Wasserbauführungen unumgänglich nöthig oder kann dasselbe nicht durch weiches Holz vollkommen ersetzt werden? Oekonomische Neuigkeiten. 1883, S. 191.
115. Löffelholz, Freiherr v. Die Bereitung der eichenen Schiffsplanken auf den Schiffswerften in Holland. A. F. u. J. Z. 1833, S. 618.
116. Mayer C. E. Ueber die Aufstellung eines Apparates für Scheiterholzschwemme zur Verhinderung eines durch Hochwasser zu besorgenden Verlustes, zur besseren Verwahrung der an Flüssen jeder Größe bestehenden Fangrechen und zur Erreichung mehrerer Vortheile. Allgem österr. Zeitschrift. 1834, S. 217.
117. Die Flößerei auf der Ister in Württenberg. A. F. u. J. Z. 1834, S. 408.
118. Ueber die Holztrift auf dem Tegernsee. A. F. u. J. Z. 1835, S. 16, 19.
119. Praktische Bemerkungen über das Holzflößen auf wilden Bächen und Flüssen. Liebich Forst- und Jagdjournal. 1836, S. 90.
120. Holzverschiffung aus dem südlichen Norwegen nach Großbritannien und Frankreich. Liebich Forst- und Jagdjournal. 1836.
121. Ueber Holztransport auf dem Donau-Main-Canal. Liebich Forst- u. Jagdjournal. 1836.
122. Ueber den Bauholzbedarf der europäischen Marine. A. F. u. J. Z. 1839, S. 119.
123. Notizen über die Kronacher Flößerei. A. F. u. J. Z. 1840, S. 95.
124. Ueber Röhrenleitung. A. F. u. J. Z. 1841, S. 47.
125. Forststatistik des Budweiser Kreises im Königreiche Böhmen. V. f. F. J. u. N. 5. Heft. 1850, S. 37.
126. Wessely J. Der Manzonische Triftrechen am Georgsfelsen des Corderole und die venetianischen Steinkorbrechen überhaupt. Oe. M. 1858, S. 187.
127. Wessely J. Die beweglichen Triftrechen, insbesondere die Bockrechen in den italienischen Alpen Oesterreichs. A. F. u. J. Z. 1862, 1. Heft.
128. Bernatz. Ueber Triftbachbauten. A. F. u. J. Z. 1862.
129. Zwei besondere Zainungsarten Oe. M. 1863, S. 108.
130. Das Flößen und die Brennkraft des Holzes. Oe. M. 1864, S. 552.
131. Blumberg. Zu Schaffer's theoretisch-praktischen Abhandlungen aus dem Gebiete der Wasser- und Straßenbaukunde. Oe. M. 1869, S. 146.
132. Wenzel. Schaffer's Abhandlungen aus dem Gebiete der Wasser- und Straßenbaukunde. Oe. M. 1869, S. 73.
133. Der Holzschwemmbetrieb der hochfürstlich von Schwarzenberg'schen Herrschaft Krumau und seinen Einfluß auf die Bewirthschaftung. V. f. F. J. u. N. 1870, 2. Heft, S. 12.
134. Notizen über den Flößereibetrieb auf der Elbe. B. d. sä. F. V. 1870.
135. Stärke der Fangdämme und wohlfeilste Schwelldämme. Stauhöhe und Stauweite des Wassers bei Anlegung der Wassergebäude. Oe. M. 1870, S. 92.
136. Schmitt E. Graphische Bestimmung des Wasserquantums in Strömen. Dingler's polytechnisches Journal. 1870, S. 97.
137. Die Regulirung der Flüsse Böhmens und ihre volkswirthschaftliche Bedeutung. V. f. F. J. u. N. 1871, 3. Heft, S. 3.

138. Welche Anforderungen sind mit Bezug auf die Einrichtung von Waldproducten an eine zweckmäßige Regulirung der Flüsse und an die Erzielung günstigerer Bedingungen beim Eisenbahntransporte zu stellen? V. f. F. J. u. N. 1874, 4. Heft, S. 114.
139. Blumberg. Graphische Bestimmung der Widerstandsfähigkeit der Bauwerke gegen den Wasserdruck. Oe. M. 1871, S. 520.
140. Pausinger. Schwarzwälder-Reiseerinnerungen. Oe. M., S. 369, 440 und 500.
141. Kettenrechen. Oe. M. 1873, S. 46.
142. Brennholzlager mit Verkleinerungs-Dampfmaschine. Oe. M. 1874, S. 424.
143. Auffangen der Hölzer bei Ueberschwemmungsgefahr. Oe. M. 1874, S. 129.
144. Berg, Freiherr v., Stammholzflößerei und Klotzholztrift. Oe. M. 1874, S. 357.
145. Scheitholztrift. C. f. d. g. F. 1875, S. 332.
146. Rausch, Vorrichtung zum Ausspießen von Schwemmholz. C. f. d. g. F. 1875, S. 427.
147. Ueber das Austrocknen der Brennhölzer auf Holzöfen und das Heben der Holzzaine durch Wasser. C. f. d. g. F. 1875, S. 431.
148. Eine Brennholztrift im Mühlkreise. C. f. d. g. F. 1875, S. 442.
149. Die Holzflöße auf dem Adlerfluße Böhmens. W. F. u. J. T. 1875, S. 101.
150. Neuer Beleuchtungsapparat zur Zeit der Holzflöße. C. f. d. g. F. 1875, S. 145.
151. Neue Maschine zum Einrammen der Pfähle bei Wasserbauten. C. f. d. g. F. 1875, S. 261.
152. Schaw's neues Schlagwerk zu forstlichen Bauzwecken. Oe. M. 1875, S. 315.
153. Rausch J. Der Kreuzstoß. C. f. d. g. F. 1877, S. 150.
154. Zapfenbruch einer Klause. C. f. d. g. F. 1877, S. 594.
155. Zur Dichtung des Baugrundes. M. f. F. u. J. 1877, S. 556.
156. Rausch. Holztrift im Mühlkreise. C. f. d. g. F. 1878, S. 136.
157. Hampel. Aus dem Triftbetriebe. C. f. d. g. F. 1879, S. 550.
158. Marchet J. Kohlasche als Bettungs- und Ausfüllungsmateriale bei Wasserbauten und auf Holzlegstätten. C. f. d. g. F. 1880, S. 497.
159. Vermehrung der Wasserstraßen in Preußen. C. f. d. g. F. 1880. S. 552.
160. Ist die Holztrift im Wiener Wald auf der Schwechat und ihren Nebenbächen jetzt noch die billigste und zweckmäßigste Art des Transportes? C. f. d. g. F. 1880, S. 470.
161. Aist-Schwemme. Oe. M. 1880, S. 277.
162. Das Triftrecht auf der Aist. Oe. M. 1880, S. 385.
163. Schluß der Aist-Triftfrage. Oe. M. 1880, S. 585.
164. Die Ausdehnung der Wasserstraßen in Frankreich. C. f. d. g. F. 1880, S. 438.
165. Buberl. Ein fester Streichversatz. C. f. d. g. F. 1881, S. 166.
166. Johnen, Bericht über eine forstliche Studienreise in das Schwarzwaldgebiet des Königreichs Württenberg. V. d. m. sch. F. V 1881, 126. Heft.
167. Petraschek K. Der bewegliche Rechen mit fixirter Basis. B. o. ö. F 1883.
168. Flößerei bei den Huzulen in Ostgalizien. Oe. V. 1883, S. 47.

f) Lawinen- und Wildbachverbauungen.

169. Davoll. Die in das forstliche Fach eingreifenden Schutzbauten gegen die Erdrutschungen, Lawinenzüge und Abschwemmung der Ufer der Thalbäche. Sch. Z. f. d. F. 1866, S. 72.
170. Riedel. Ueber Geschiebführung und Muhrgänge. Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architektenverein 1871, S. 113 und 151.
171. Nolla-Verbauung. Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architektenverein. 1871, S. 107.
172. Gutachten über Bindung von Wasserrissen. Deutsche landwirthschaftliche Zeitung 1873, S. 113.
173. Koch. Ueber Muhrbrüche in Tirol. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. XXV. Band, Jahrgang 1875.

174. Waldverwüstung durch eine Lawine. C. f. d. g. F. 1877, S. 165.
175. Förster G. Lawinenverbauungen in der Schweiz. C. f. d. g. F. 1877, S. 297.
176. Hampel. Ueber Verbauungen von Lawinengängen, Schotterrinnen und Erdabrutschungen. C. f. d. g. F. 1877, S. 574.
177. Förster G. Ueber Verbauung von Wildbächen. C. f. d. g. F. 1878, S. 113, 169, 234, 302, 397 und 478.
178. Paweſch. Entfernung von Schneelawinenmaſſen behufs Triftbarmachung der Bäche. C. f. d. g. F. 1878, S. 437.
179. Urſachen von Lawinenſtürzen. C. f. d. g. F. 1878, S. 633.
180. Ueber Lawinenſtürze. C. f. d. g. F. 1878, S. 105, 106, 268, 329, 330, 382, 451, 518 und 522.
181. Einiges über Lawinen. Oe. M. 1878, S. 182 und 509.
182. Böſchungen und ihre Befeſtigung. C. f. d. g. F. 1879, S. 33, 91 und 149.
183. Förster G. Studien aus dem Salzkammergute. C. f. d. g. F. 1880, S. 296, 352 und 417.
184. Der Bleiberger 1879er Lawinenſturz; die Mittel zur Hintanhaltung ähnlicher Kataſtrophen, dann die Lawinen überhaupt. Oe. M. 1880, S. 217.
185. Reiſeberichte aus dem Puſterthale. C. f. d. g. F. 1883, S. 43.
186. Verbauung der Wildbäche. C. f. d. g. F. 1883, S. 179.
187. Das kärntneriſche Leſſachthal. C. f. d. g. F. 1883, S. 342.
188. Die Hochwaſſer des Herbſtes 1882 und ihre Beziehung zur Waldwirthſchaft. Oe. V. 1883, S. 3.
189. Die im Puſter- und Eiſackthale in Tirol gemachten Wahrnehmungen über die Urſachen der Waſſerverheerungen und ſonſtigen Beſchädigungen im Herbſte 1882. Oe. V. 1883, S. 122.
190. Die Wildbäche Kärntens und die zu ihrer Bekämpfung beantragten Maßnahmen. Oe. V. 1883, S. 137.
191. Gutachten des Reichsforſtvereines über die zur thunlichſten Hintanhaltung von Hochwaſſerſchäden zu ergreifenden forſtpolizeilichen Maßregeln. Oe. V. 1883, S. 205.
192. Die phyſiſchen und wirthſchaftlichen Urſachen der Entſtehung von Muhrbrüchen. Oe. V. 1883, S. 334.
193. Förster. Bericht über die Verſammlung von Forſtwirthen in Villach. V. o. ö. F. 1883.
194. Bericht über die Verſammlung von Forſtwirthen in Villach am 10. Auguſt 1883. Oe. V. 1883, S. 340.
195. Gegen die Flut und für den Wald Oe. V. 1884, S. 131 und 230.
196. Raesfeld, Freiherr v. Eine forſtliche Reiſe im ſüdöſtlichen Frankreich. Forſtwiſſenſchaftliches Centralblatt. 1884, 3. Heft.
197. Förster G. Betrachtungen zu von Seckensdorf's Werk über „Verbauung der Wildbäche, Aufforſtung und Beraſung der Gebirgsgründe". Oe. V. 1884, S. 241.

g) Unterſchiedliche Berichte aus dem forſtlichen Transport- und Bauweſen.

198. Ergebniſſe der zur Erforſchung der beſten Fällungszeit und Behandlung des Holzes angeſtellten Verſuche. Oe. M. 1851.
199. Das Ziehen und Schleppſchlitteln des Brennholzes im mähriſchen Gebirge. Oe. M. 1857, S. 317.
200. Zwei beſondere Zainungsarten Oe. M. 1863, S. 108.
201. Mittheilungen über Zuguterechnung, Transport und ſonſtige Maßnahmen zur Beförderung des Abſatzes und der Verwerthung des Holzes. Holzbringung durch bayriſche Schlitten. V. d. m. ſch. F. V. 1872, S. 37 und W. F. u. J. T. 1873, S. 81.
202. Die Imprägnirung der Eiſenbahnſchwellen mit Zinkchlorid und Paraffin. F. V. 1873, S. 31.

203. Conservirungsmethode des in der Großindustrie und bei den Eisenbahnen angewendeten Holzes. A. F. u. J. Z. 1875, S. 368.
204. Einige neuere Methoden der Holzconservirung. C. f. d. g. F. 1875, S. 322.
205. Exner W. F. Einfluß der Imprägnirung auf die Festigkeit des Holzes. C. f. d. g. F. 1875, S. 370.
206. Zur Holzconservirung. C. f. d. g. F. 1875, S. 372.
207. Zersetzung conservirten Holzes. C. f. d. g. F. 1875, S. 487.
208. Huber. Beobachtungen über die Dauer imprägnirter Holzschwellen. A. F. u. J. Z. 1876, S. 364.
209. Das Rücken der Brennhölzer mittelst Handschlitten. C. f. d. g. F. 1876, S. 502.
210. Kalk zur Holzverhärtung. C. f. d. g. F. 1876, S. 474.
211. Hampel. Beobachtungen über den Zeitaufwand bei der vierkantigen Bezimmerung. C. f. d. g. F. 1876, S. 159.
212. Hampel. Durchschnittlicher Arbeitsaufwand bei verschiedenen Waldarbeiten in den Staatsforsten Steiermarks. C. f. d. g. F. 1876, S. 362.
213. Der Holzhauerbetrieb und der Holztransport durch Arbeiter im dauernden Dienstverbande oder in Accord für jede Einzelleistung. C. f. d. g. F. 1876, S. 547.
214. Conservirung von Pfählen und anderem, theilweise in der Erde steckendem Holzwerk. A. F. u. J. Z. 1877, S. 328.
215. Neues Verfahren zur Conservirung des Holzes. F. B. 1877, S. 296.
216. Roth. Ein neuer Holztransportkarren. M. f. F. u. J. 1877, S. 401.
217. Der finanzielle Vortheil des Imprägnirens. C. f. d. g. F. 1877, S. 535.
218. Mahler. Anwendung des Dynamits bei der Instandhaltung der Triftbäche. C. f. d. g. F. 1877, S. 524.
219. Wimmenauer. Aufbewahrung von Fichtenstammholz im Wasser. A. H. u. J. Z. 1868, S. 443.
220. Einfluß der Imprägnation auf die technischen Eigenschaften des Holzes. C. f. d. g. F. 1878, S. 31.
221. Mittel, die Fällungszeit des Holzes zu erkennen. C. f. d. g. F. 1878, S. 316.
222. Das Conserviren von Pfosten und Pfahlwerk. C. f. d. g. F. 1878, S. 557.
223. Holzimprägnirungsverfahren. C. f. d. g. F. 1878, S. 636.
224. Ueber Holzimprägnation. C. f. d. g. F. 1878, S. 270.
225. Holzerhütten in unseren Alpen und ihre Einrichtung. Oe. M. 1878, S. 581.
226. Sprengversuche mit Dynamit. C. f. d. g. F. 1878, S. 630 und 631.
227. Stotzer. Ueber Holzverkleinerungsmaschinen. A. F. u. J. Z. 1879, S. 136.
228. Conserviren von Bauholz durch Kupfersalze. A. F. u. J. Z. 1879, S. 150.
229. Heß Dr. Ueber die Dauer von Zaunpfosten. A. F. u. J. Z. 1879, S. 407.
230. Ueber das Imprägniren der in Deutschland verwendeten Holzschwellen. A. F. u. J. Z. 1879, S. 448.
231. Holzconservirung durch Wasser. C. f. d. g. F. 1879, S. 45.
232. Zur Holzconservirung. C. f. d. g. F. 1879, S. 98.
233. Zur Holzconservirung. C. f. d. g. F. 1879, S. 474.
234. Auffaugungsfähigkeit des Holzes für Wasser. C. f. d. g. F. 1879, S. 515.
235. Bauschinger. Einige Resultate über die Festigkeit von Bauhölzern. F. C. B. 1879, S. 373.
236. Rau K. Ueber Brennholzbringung im badischen Schwarzwalde. A. F. u. J. Z. 1880, S. 158.
237. Ueber die Dauer von imprägnirten Eisenbahnschwellen. A. F. u. J. Z. 1880, S. 255.
238. Zur Conservirung von Holz. C. f. d. g. F. 1880, S. 31.
239. Neues Holzimprägnationsverfahren. C. f. d. g. F. 1880, S. 31.
240. Neues Imprägnationsverfahren. C. f. d. g. F. 1880, S. 230.
241. Die Imprägnation des Holzes. C. f. d. g. F. 1880, S. 391.
242. Conservirung von Holz in der Erde. C. f. d. g. F. 1880, S. 442.
243. Zink H. A. Eringung der Forstproducte im Böhmerwalde. C. f. d. g. F. 1880, S. 226

244. Schubfestigkeit einiger amerikanischer Bauhölzer. A. F. u. J. Z. 1881, S. 34.
245. Die Dauer hölzerner Bahnschwellen. A. F. u. J. Z. 1881, S. 249.
246. Conservirung von Bauhölzern. A. F. u. J. Z 1881, S. 363.
247. Conservirung von Holz in der Erde. F. B. 1881, S. 70.
248. Der Holzhauereibetrieb in den Domänialforsten des Herzogthums Sachsen-Gotha. A. F. u. J. Z. 1881, S. 94.
249. Dauerhaftigkeit hölzerner Eisenbahnschwellen. C. f. d. g. F. 1881, S. 382.
250. Zweckmäßiger Holzanstrich. C f. d. g. F. 1881, S. 227.
251. Imprägnirung des Holzes mit Fettstoffen. C f. d. g. F. 1881, S. 273.
252. Conservirung des Holzes in der Erde. C. f. d. g. F. 1881, S. 321.
253. Dauerhaftigkeit hölzerner Eisenbahnschwellen. C. f. d g. F. 1881, S. 382.
254. Holzanstrich. C. f. d. g. F. 1881, S. 520.
255. Neues Conservirungsverfahren. C. f. d. g. F. 1882, S. 78.
256. Die Holzimprägnirung nach dem Frank'schen Verfahren. C. f. d. g. F. 1882, S. 218.
257. Conservirungsmittel für Holzwerk. C. f. d. g. F. 1882, S. 321.
258. Holzanstrich als Schutzmittel gegen Feuchtigkeit. C. f. d. g. F. 1882, S. 322.
259. Ein neues Imprägnirungsverfahren. C. f. d. g. F. 1882, S. 538.
260. Die Holzconservirung. C. f. d. g. F. 1882, S. 543.
261. Dauer imprägnirter und nichtimprägnirter Eisenbahnschwellen. F. C. B. 1882, S. 527.
262. Hampel. Ein Normalschlitten zur Holzbringung mittelst Menschenkraft. Oe. M. 1882, S. 353.
263. Das Rissigwerden des durchnäßten Eichenholzes. A. F. u. J. Z 1883, S. 143.
264. Holz mittelst Kalk präserviren. A. F. u. J. Z. 1883, S. 143.
265. Salz als Präservirmittel für Bauholz. A. F. u. J. Z. 1883, S. 324.
266. Einfluß der Schlagzeit auf die Dauerhaftigkeit des Holzes. A. F. u. J. Z. 1883, S. 432.
267. Neues Verfahren in Siebenbürgen, um Buchenholz zu imprägniren. C. f. d. g. F. 1883, S. 394.
268. Ueber die Dauer des Schwellenmaterials. C. f. d. g. F. 1883, S. 299.
269. Gegen das Faulen des Holzes im Boden. C. f. d. g. F. 1883, S. 481.
270. Birkentheer als Schutzmittel gegen Fäulniß. C. f. d. g. F. 1883, S. 663.
271. Buchenbahnschwellen. F. B. 1883, S. 337.
272. Pfeifer. Statistik der Waldarbeit. V. d. m. sch. F. V. 1884, S. 3.

Artikeln, die während der Drucklegung erschienen sind.

273. Förster G. R. Die Situirung der Holzrechen. Oesterreichische Forstzeitung. 1884, S. 50, 58 und 66.
274. — Von der Standfestigkeit der Holzrechen. Oesterreichische Forstzeitung. 1884, S. 122, 128 und 134.
275. — Die Fundirung forstlicher Betriebsbauten. Oesterreichische Forstzeitung. 1884, S. 159 und 166.
276. — Pilotirungen bei forstlichen Bauten. Oesterreichische Forstzeitung. 1884, S. 171 und 178.
277. Die Drahtseilbahn als rationelles Transportmittel der Forstwirthschaft. Oesterreichische Forstzeitung. 1884, S. 305, 318 und 324.
278. Buberl M. Drahtseilförderungen im forstlichen Betriebe. Oe. V. XXXIV. Band, 1884, S. 307.
279. Ein neues zerlegbares Eisenbahnsystem. Oesterreichische Forstzeitung 1885, Nr. 109, S. 26.

Tabelle I.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand für das Zusammenbringen von 2 und 6 m langen runden Brennholzstücken, im Hochgebirge durch Wälgen und Tragen im Sommer ohne Erdgefährte auf einer verglichenen Entfernung von 50 m

Betriebsform	Länge der Hölzer in Metern	Ebene				Schiefe				Sehr steile			
		Lage											
		guter		grob-steiniger		guter		grob-steiniger		guter		grob-steiniger	
		Boden											
		schwaches	starkes	schwaches	starkes	schwaches	starkes	schwaches	starkes	schwaches	starkes	schwaches	starkes
		Holz											
		Arbeitsaufwand in Tagwerken per rm³											
Kahlhieb	2	0·125	0·132	0·154	0·161	0·096	0·103	0·147	0·154	0·042	0·056	0·056	0·073
	6	0·103	0·110	0·132	0·147	0·081	0·096	0·132	0·147	0·035	0·049	0·049	0·063
Säuberungshieb	2	0·132	0·147	0·154	0·161	0·110	0·117	0·161	0·168	0·073	0·080	0·096	0·103
	6	0·125	0·132	0·147	0·154	0·096	0·110	0·147	0·161	0·056	0·063	0·089	0·096
Dunkelhau	2	0·132	0·147	0·154	0·161	0·103	0·110	0·161	0·168	0 063	0·073	0·080	0·096
	6	0·125	0·132	0·147	0·154	0·096	0·103	0·154	0·161	0·056	0·063	0·073	0·089
Licht- und Abtriebshau	2	0·110	0·125	0·132	0·147	0·103	0·110	0·154	0·161	0·063	0·073	0.073	0·080
	6	0·103	0·110	0·125	0·132	0·096	0·103	0·147	0·154	0·056	0·063	0·063	0·073
Plenterhieb	2	0·147	0·154	0 161	0·176	0·110	0·125	0·161	0·176	0·080	0·089	0·103	0·110
	6	0·132	0·147	0·154	0·161	0·103	0·110	0·154	0·161	0·073	0·080	0·096	0·103
Durchforstung im 20—60jähr. Bestand	2	.	0·220	.	0·256	.	0·176	.	0·249	.	0·132	.	.
	6	.	0·205	.	0·241	.	0·154	.	0·234	.	0·110	.	.
Durchforstung im 60—80jähr. Bestand	2	.	0·205	.	0·220	.	0·147	.	0·220	.	0·103	.	.
	6	.	0·190	.	0·205	.	0·132	.	0·205	.	0·089	.	.

Arbeitsaufwand beim Holzrücken im Mittelgebirge und Flachlande.

Mit Menschenkraft.

Das Abrücken von Brennholz an die Wege oder zur Kohlstatt.

		Tagwerke
Unter günstigen Verhältnissen auf eine Entfernung	von 400— 600 m per rm³	0·14—0·16
	„ 800—1000 „ „ „	0·19—0·20
	„ 1700—2000 „ „ „	0·25—0·40
Unter sehr ungünstigen Verhältnissen auf eine Entfernung	„ 400— 600 „ „ „	0·28—0·39
	„ 800—1000 „ „ „	0·40—0·50
	„ 1700—2000 „ „ „	0·54—0·61

Zusammenrücken, Lagern und Abrücken von Klotzholz.

		Tagwerke
Harte, 3—8 m lange Klötze im Schlage in Rollen von 40—60 Stück zusammenziehen und lagern	per 100 Stück	4·00— 4·25
Harte, 3—6 m lange Klötze im Schlage bis auf eine Entfernung von 300 m abrücken	„ „ „	10·50
Weiche, 4—6 m lange Klötze im Schlage in Rollen von 6—20 Stück zusammenziehen und lagern:		
für schwache bis 30 cm starke Klötze	„ „ „	1·25— 2·50
„ starke über 30 „ „ „	„ „ „	2·66— 4·25
Weiche, 4—6 m lange Klötze bis auf eine Entfernung von 300 m abrücken und in Rollen von 40—100 Stück lagern, und zwar:		
bei schwachen bis 30 cm starken Klötzen	„ „ „	3·33— 5·00
„ starken über 30 „ „ „	„ „ „	5·25— 8·75
Weiche, 4—6 m lange Klötze auf eine Entfernung von 4—5 km abrücken, erfordert:		
bei schwachen bis 30 cm starken Klötzen	„ „ „	7·50— 9·50
„ starken über 30 „ „ „	„ „ „	12·50—16·66

Abrücken von Bauholz an die Schlagwände oder Abfuhrwege auf eine mittlere Entfernung von 30 m.

		Tagwerke
Für Stämme von 31—40 cm Durchmesser in Brusthöhe	per Stamm	0·500
„ „ „ 21—30 „ „ „ „	„ „	0·240
„ „ „ 11—20 „ „ „ „	„ „	0·100

Tabelle II.

Der Reibungswiderstand beim selbstthätigen Gleiten von Klotz- und Langhölzern auf Rieswegen oder in Erdgefährten.

Nach durchgeführten Versuchen von G. R. Förster.

Bodenbeschaffenheit	Reibungscoefficent der Bewegung bei				Reibungswinkel der Bewegung bei							
	trockenem		nassem		trockenem				nassem			
	Boden und bei											
	entrindetem	berindetem	entrindetem	berindetem	entrindetem		berindetem		entrindetem		berindetem	
	Holze				Holze							
					°	′	°	′	°	′	°	′
Ein harter, fester, staubiger aber steinfreier Boden	0·486	0·548	0·403	0·483	25	55	28	43	21	56	25	46
Ein harter, fester Boden, bedeckt mit grobem, lockeren Geschiebe (flache, abgerundete Steine, von denen einzelne im Boden fest eingebettet waren)	0·413	0·495	0·251	0·347	22	26	26	20	14	5	19	10
Ein harter, fester Boden, bedeckt mit scharfkantigen kleinen Steinen (Kalksteinschotter)	0·441	0·523	0·389	0·469	23	50	27	36	21	15	25	10
Wie vorstehend, nur war der Boden in einem größeren Ausmaße von scharfkantigen Steinen bedeckt	0·467	0·540	0·385	0·520	25	2	28	30	21	3	27	30
Ein harter, fester Boden, überdeckt mit einer 4—5 cm dicken, losen Schichte von kleinen scharfkantigen Steinen (Kalksteinschlögelschotter)	0·479	0·562	0·347	0·449	25	35	29	20	19	10	24	10
Ein harter, fester Boden, überdeckt mit einer 4—5 cm dicken, losen, grobkörnigen Sandschichte (Kalksteingries)	0·491	0 534	0·400	0·472	26	10	28	6	21	50	25	16
Ein harter, steinfreier Lehmboden ohne eine Vegetation	0·478	0·571	0·161	0·269	25	33	29	43	9	10	15	3
Wie vorstehend, jedoch mit einer mageren Grasnarbe überzogen	0·513	0·536	0·426	0·486	27	10	28	11	23	4	25	55
Ein lockerer Wiesgrund (frisch gemähte Wiese)	0·505	0·586	0·425	0·478	26	50	30	22	23	1	25	33

Tabelle III.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand bei dem Abliefern von 1—2 m langen, runden Brennholzstücken in natürlichen Erdgefährten.

Länge der Lieferstrecke in Metern	Erdgefährte auf Berglehnen mit einem											
	gleichmäßigen		ungleichmäßigen						felsigem Profile			
	Gefälle								über schroffe		über absätzige	
									Partien			
	durch stehendes Holz	durch bestimmte Gefährte	durch enge Gräben mit Astrachriesen		durch weite Gräben		durch stehendes Holz		günstige	ungünstige	günstige	ungünstige
			gute	schlechte	gute	schlechte	gute	schlechte				
	Bodenverhältnisse											
	durchschnittlicher Arbeitsaufwand per rm³ in Tagwerken											
40	0·058	0·044	0·051	0·066	0·036	0·044	0·044	0·051	0·073	0·088	0·029	0·044
60	0·066	0·058	0·066	0·073	0·044	0·058	0·051	0·066	0·080	0·095	0·036	0·051
80	0·073	0·066	0·066	0·073	0·051	0·066	0·058	0·066	0·095	0·110	0·043	0·066
100	0·080	0·073	0·073	0·088	0·066	0·073	0·066	0·073	0·103	0·117	0·058	0·073
120	0·088	0·080	0·088	0·095	0·073	0·080	0·073	0·080	0·110	0·124	0·066	0·080
140	0·103	0·088	0·095	0·110	0·080	0·088	0·088	0·095	0·124	0·139	0·073	0·088
160	0·110	0·103	0·110	0·117	0·088	0·103	0·095	0·110	0·131	0·146	0·088	0·103
180	0·124	0·110	0·117	0·124	0·103	0·110	0·110	0·117	0·146	0·161	0·095	0·110
200	0·131	0·124	0·124	0·139	0·110	0·124	0·117	0·124	0·153	0·168	0·110	0·117
300	0·183	0·176	0·176	0·191	0·161	0·176	0·169	0·176	0·204	0·219	0·161	0·168
400	0·234	0·227	0·227	0·241	0·212	0·227	0·220	0·227	0·256	0·271	0·212	0·220
500	0·285	0·278	0·278	0·292	0·263	0·278	0·271	0·278	0·307	0·322	0·263	0·270
600	0·336	0·329	0·329	0·343	0·314	0·329	0·322	0·329	0·358	0·373	0·314	0·321
700	0·387	0·380	0·387	0·394	0·365	0·380	0·373	0·380	0·409	0·424	0·365	0·372
800	0·438	0·423	0·430	0·445	0·416	0·423	0·416	0·431	0·460	0·475	0·416	0·423

Tabelle IV.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand bei dem Abliefern von unterschiedlichen Blochhölzern (Klötzen) in natürlichen Erdgefährten nach Stückzahl.

Bei der Entfernung in Metern	4—5 m			6—8 m			9—12 m		
	lange Klötze ohne Unterschied der Stärke								
	sehr günstige	mittelmäßige	sehr ungünstige	sehr günstige	mittelmäßige	sehr ungünstige	sehr günstige	mittelmäßige	sehr ungünstige
	Terrainverhältnisse								
	per Stück Klotz in Tagwerken								
100	0·050	0·085	0·120	0·070	0·110	0·150	0·080	0·120	0·160
200	0·070	0·105	0·140	0·100	0·135	0·170	0·120	0·155	0·190
300	0·090	0·125	0·160	0·120	0·155	0·190	0·140	0·175	0·210
400	0·120	0·155	0·190	0·150	0·185	0·220	0·170	0·205	0·240
500	0·140	0·175	0·210	0·180	0·215	0·250	0·200	0·235	0·270
600	0·160	0·195	0·230	0·210	0·235	0·260	0·230	0·265	0·300
700	0·180	0·215	0·250	0·240	0·275	0·310	0·260	0·295	0·330
800	0·210	0·250	0·290	0·270	0·305	0·340	0·290	0·325	0·360
900	0·230	0·270	0·310	0·300	0·335	0·370	0·320	0·355	0·390
1000	0·250	0·305	0·360	0·330	0·375	0·420	0·350	0·385	0·420

Tabelle V.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand bei dem Abliefern von Bauhölzern in natürlichen Erdgefährten nach Stückzahl.

Länge der Lieferstrecke in Metern	Stämme von unterschiedlicher Länge mit dem Massengehalte von fm^3													
	3·5 und darüber		2·10—3·49		1·10—2·09		0·75—1·09		0·50—0·74		0·30—0·49		0·14—0·49	
	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
	in Tagwerken per Stamm													
50	0·50	0·70	0·36	0·73	0·18	0·30	0·12	0·20	0·08	0·11	0·05	0·07	0·03	0·04
100	0·66	1·20	0·50	0·98	0·28	0·52	0·20	0·30	0·12	0·16	0·08	0·11	0·04	0·06
150	0·80	1·80	0·62	1·31	0·40	0·69	0·30	0·45	0·18	0·25	0·12	0·16	0·05	0·08
200	0·94	2·28	0·72	1·59	0·58	0·74	0·41	0·57	0·24	0·34	0·16	0·22	0·07	0·11
250	1·06	2·64	0·81	1·84	9·59	0·99	0·47	0·67	0·28	0·40	0·18	0·26	0·08	0.13
300	1·20	3·16	0·90	2·19	0·68	1·18	0·54	0·79	0·32	0·47	0·21	0·31	0·09	0·16
350	1·30	3·52	1·00	2·46	0·78	1·32	0·60	0·89	0·36	0·53	0·24	0·35	0·10	0·17
400	1·44	3·92	1·08	2·74	0·86	1·47	0·66	0.98	0·40	0·59	0·26	0·39	0·12	0·19
450	1·54	4·20	1·17	2·86	0·94	1·57	0·70	1·03	0·44	0·63	0·28	0·42	0·13	0·20
500	1·60	4·48	1·27	2·99	1·00	1·66	0·74	1·08	0·46	0·66	0·30	0.44	0·14	0·21
600	1·80	4·68	1·35	3·27	1·08	1·74	0·79	1·26	0·48	0·70	0·32	0·46	0·16	0·22

Tabelle VI.

Arbeitsaufwand beim Erdgefährten oder Erdriesen von weichem Brenn-, Klotz- und Langholz.

Nach Mittheilungen der Forstdirection zu Waidhofen a. d. Ybbs.

Länge der Lieferstrecke in Kilometern	Sehr günstige			Günstige			Mittelmäßige			Ungünstige			Sehr ungünstige		
	Terrainverhältnisse														
	Scheit-	Klotz-	Lang-	Scheit-	Klotz-	Lang-	Scheit-	Klotz-	Lang-	Scheit-	Klotz-	Lang-	Scheit-	Klotz-	Lang-
	Holz														
	Aufwand per fm³ in Tagschichten														
bis 0·04	0·035	0·035	0·035	0·063	0·035	0·035	0·094	0·063	0·063	0·126	0·094	0·126	0·158	0·126	0·189
0·04—0·08	0·094	0·035	0·035	0·126	0·063	0·035	0·158	0·126	0·063	0·189	0·158	0·189	0·253	0·221	0·287
0·08—0·12	0·158	0·035	0·035	0·189	0·094	0·063	0·221	0·158	0·094	0·287	0·221	0·287	0·348	0·316	0·379
0·12—0·16	0·189	0·063	0·063	0·221	0·126	0·063	0·287	0·189	0·126	0·348	0·287	0·348	0·443	0·411	0·474
0·16—0·20	0·221	0·094	0·063	0·253	0·158	0·094	0·316	0·221	0·158	0·411	0·316	0·411	0·537	0·474	0·569
0·20—0·25	0·253	0·126	0·094	0·316	0·189	0·126	0·379	0·253	0·189	0·474	0·379	0·474	0·601	0·569	0·664
0·25—0·30	0·316	0·158	0·126	0·379	0·221	0·158	0·474	0·316	0·221	0·569	0·443	0·537	0·696	0·664	0·791
0·30—0·35	0·379	0·189	0·158	0·443	0·253	0·189	0·537	0·348	0·253	0·632	0·506	0·601	0·759	0·728	0·886
0·35—0·40	0·443	0·221	0·189	0·506	0·287	0·221	0·632	0·411	0·316	0·728	0·569	0 664	0·854	0·791	0·987
0·40—0·50	0·506	0·253	0·189	0·601	0·316	0·253	0·728	0·474	0·348	0·823	0·632	0·728	0·949	0·886	1·075
0·50—0·60	0·601	0·287	0·253	0·696	0·379	0·287	0·823	0·537	0·411	0·917	0·728	0·791	1·075	0·987	1·170
0·60—0·70	0·696	0·316	0·287	0·791	0·443	0·316	0·886	0·601	0·474	1·012	0·791	0·854	1·170	1·044	1·265
0·70—0·80	0·791	0·379	0·316	0·886	0·506	0·348	0·987	0.664	0·537	1·107	0·854	0·917	1·297	1·139	1·360
0·80—1·00	0·886	0·443	0·348	0·981	0·601	0·379	1·107	0·759	0·601	1·234	0·949	1·012	1·424	1·265	1·487

Bei den Erdgefährten von harten Hölzern ist das ausgewiesene Erforderniß um 10% niedriger anzunehmen.

Tabelle VII.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand bei dem Abliefern von Klötzen und ganzen Stämmen auf künstlich angelegten Wegriesen, exclusive des Arbeitsaufwandes, den das Fällen, Ausästen, Entrinden und Zuschaffen der Hölzer zum Riesmunde verursachte.

Länge der Lieferstrecke in Metern	4 bis 8 m lange Stamm-abschnitte		Stämme von unterschiedlicher Länge mit dem Massengehalte von fm³											
			3·5 und darüber		2·10—3·49		1·10—2·09		0·75—1·09		0·50—0·74		0·30—0·49	
	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
	in Tagwerken per Stück oder Stamm													
500	0·12	0·20	0·25	0·35	0·21	0·29	0·17	0·23	0·15	0·21	0·14	0·18	0·08	0·12
1000	0·25	0·30	0·55	0·65	0·31	0·39	0·27	0·33	0·22	0·28	0·18	0·22	0·13	0·17
1500	0·33	0·40	0·85	0·95	0·46	0·54	0·37	0·44	0·32	0·38	0·28	0·32	0·18	0·22
2000	0·40	0·50	1·30	1·40	0·65	0·75	0·56	0·64	0·51	0·59	0·37	0·43	0·27	0·33
2500	0·48	0·60	1·50	1·70	0·85	0·95	0·75	0·85	0·65	0·75	0·56	0·64	0·36	0·44
3000	0·60	0·70	1·80	2·20	1·10	1·30	0·90	1·10	0·80	1·00	0·75	0·85	0·55	0·65

Tabelle VIII.

Der Reibungswiderstand beim selbstthätigen Gleiten der Hölzer in den unterschiedlichen Riesen aus Holz (Stangenriesen).

Nach Versuchen von C. Petraschek. *

Bezeichnung des Rieshölzes	Reibungscoefficient der Bewegung			Reibungswinkel der Bewegung					
	Grenzen		Mittel	Grenzen				Mittel	
				von		bis			
	von	bis		°	′	°	′	°	′
a) Trockenriesen.									
Stämme	0·34	0·43	0·35	18	47	23	16	19	18
Klötze	0·36	0·40	0·38	19	47	21	48	20	48
Dreilinge	0·32	0·42	0·40	17	44	22	46	21	48
Harte Scheiter	0·37	0·42	0·40	20	18	22	46	21	48
Weiche Scheiter	0·36	0·51	0·44	19	47	27	1	23	45
b) Naßriesen.									
Stämme	0·06	0·17	0·15	3	26	9	38	8	32
Klötze	0·07	0·21	0·18	4	0	11	51	10	13
Dreilinge	0·11	0·22	0·21	6	16	12	24	11	52
Harte Scheiter	0·22	0·30	0·25	12	24	16	42	14	3
Weiche Scheiter	0·30	0·34	0·31	16	42	18	47	17	14
c) Schneeriesen.									
Stämme	0·09	0·15	0·12	5	8	8	32	6	51
Klötze	0·08	0·17	0·14	4	35	9	38	7	59
Dreilinge	0·12	0·19	0·15	6	51	10	45	8	32
Harte Scheiter	0·11	0·17	0·15	6	16	9	38	8	32
Weiche Scheiter	0·16	0·24	0·22	9	5	13	30	12	25
d) Eisriesen.									
Stämme	0·02	0·05	0·04	1	9	2	52	2	17
Klötze	0·04	0·10	0·08	2	17	5	43	4	35
Dreilinge	0·09	0·12	0·10	5	8	6	51	5	43
Harte Scheiter	0·10	0·14	0·12	5	43	7	59	6	51
Weiche Scheiter	0·15	0·19	0·16	8	32	10	45	9	6

* „Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen" von Dr. A. von Seckendorff, I. Heft, 1877, Seite 154.

Tabelle IX.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand für die Anlage eines laufenden Meters Brennholzriese, inclusive des Fällens, Beistellens und Zurichtens des erforderlichen Holzes, der Aufstellung von Jochen, des nothwendigen Durchgrabens und der sonstigen Bodenbewegungen und Nebenleistungen.

Art und Gattung des Rieswerkes	Durchschnittlicher Holzbedarf pro laufenden Meter in fm³	Entfernung, auf welche das Holz beizuliefern ist in Metern	Glatte Bergseiten				Berglehnen mit Gräbeneinsenkungen				Berglehnen mit Felsenpartien			
			mäßige		steile		mäßige		steile		mäßige		steile	
			Lage											
			günstig	ungünstig	günstig	ungünstig	günstig	ungünstig	günstig	ungünstig	günstig	ungünstig	günstig	ungünstig
			Tagschichten per laufenden Meter											
Hauptriese, günstige Terrainverhältnisse	0·18—0·30	50	0·374	0·400	0·410	0·435	0·500	0·528	0·560	0·592	0·624	0·657	0·685	0·714
		100	0·419	0·445	0·455	0·480	0·545	0·573	0·605	0·637	0·669	0·702	0·730	0·759
Hauptriese, ungünstige Terrainverhältnisse	0·37—0·62	150	0·464	0·490	0·500	0·525	0·590	0·618	0·650	0·682	0·714	0·747	0·775	0·804
		250	0·554	0·580	0·590	0·615	0·680	0·708	0·740	0·772	0·804	0·837	0·865	0·894
Halbgesattelte Riesen . . .		50	0·285	0·300	0·310	0·324	0·338	0·350	0·360	0·374	0·388	0·400	0·414	0·435
		100	0·307	0·322	0·332	0·346	0·360	0·372	0·382	0·396	0·410	0·422	0·436	0·457
		150	0·329	0·344	0·364	0·368	0·382	0·394	0·404	0·418	0·432	0·444	0·458	0·479
		250	0·373	0·388	0·408	0·412	0·426	0·438	0·448	0·462	0·476	0·488	0·502	0·523
Astachriesen		50	0·185	0·192	0·200	0·207	0·210	0·217	0·224	0·231	0·235	0·242	0·250	0·257

Tabelle X.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand bei der Herstellung von Lang-, Klotz- und Brennholz-Riesen.

Nach Mittheilungen der Forstdirection zu Waidhofen a. d. Ybbs.

Art der Riese	Terrainverhältnisse									
	sehr günstig		günstig		mittelmäßig		ungünstig		sehr ungünstig	
	Abstocken und Liefern des Riesholzes bis zum Bauplatze									
	leicht	beschwerlich	leicht	beschwerlich	leicht	beschwerlich	leicht	beschwerlich	leicht	beschwerlich
	Aufwand in Tagschichten per laufenden Meter									
A. Lang- und Klotzholz-Riesen										
Hauptriesen	0·50	0·70	0·75	1·05	1·10	1·55	1·60	2·10	2·35	2·90
Nebenriesen	0·35	0·45	0·45	0·60	0·55	0·75	0·70	0·95	0·85	1·25
Wasserriesen	2·50	2·80	2·75	3·10	3·05	3·45	3·40	3·80	3·80	4·25
B. Dreiling- und Scheiterholz-Riesen										
Hauptriesen	0·50	0·65	0·60	0·75	0·70	0·90	0·85	1·05	1·00	1·25
Halbgesattelte Riesen	0·35	0·45	0·40	0·50	0·45	0·60	0·50	0·70	0·55	0·80
Astachriesen	0·20	0·25	0·25	0·30	0·25	0·35	0·30	0·40	0·30	0·50
Wasserriesen	2·00	2·25	2·20	2·55	2·45	2·90	2·75	3·30	3·10	3·75

Tabelle XI.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand für das Abriesen von 1—2 m langen Scheitholz- oder Rundholzstücken mit Rücksicht auf die Lage und das Gefälle der Riese und den Zustand des abzuriesenden Holzes.

Anzahl der 7 m langen Fächer	Sonnseitige Lage				Schattseitige Lage			
	starkes		minderes		starkes		minderes	
	Gefälle der Riese							
	lockerer	gefrorener	lockerer	gefrorener	lockerer	gefrorener	lockerer	gefrorener
	Zustand des Holzes							
	Arbeitsaufwand in Tagewerken pro rm³							
bis 10	0·022	0·026	0·033	0·040	0·015	0·022	0·026	0·033
„ 20	0·026	0·029	0·040	0·051	0·022	0·026	0·029	0·037
„ 30	0·029	0·040	0·051	0·058	0·026	0·029	0·037	0·040
„ 40	0·037	0·051	0·058	0·073	0·029	0·037	0·040	0·051
„ 50	0·044	0·058	0·073	0·080	0·040	0·044	0·051	0·062
„ 60	0·058	0·073	0·080	0·091	0·051	0·058	0·062	0·073
„ 70	0·062	0·076	0·084	0·096	0·054	0·062	0·067	0·076
„ 80	0·066	0·080	0·091	0·102	0·058	0·066	0·073	0·080
„ 90	0·071	0·086	0·096	0·106	0·065	0·071	0·076	0·086
„ 100	0·077	0·092	0·102	0·110	0·073	0·077	0·080	0·092
„ 125	0·088	0·103	0·110	0·125	0·080	0·087	0·091	0·103
„ 150	0·095	0·117	0·124	0·131	0·092	0·095	0·103	0·110
„ 175	0·110	0·132	0·139	0·143	0·095	0·110	0·114	0·125
„ 200	0·125	0·143	0·150	0·157	0·107	0·125	0·125	0·132

Die vorstehenden Ansätze gelten nur für eine einmalige Ankehr und sind, wenn Riesunterbrechungen vorkommen sollten, mit der Anzahl der letzteren zu multipliciren.

Tabelle XII.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand für das Abriesen von Stammholzstücken mit Rücksicht auf ihre Länge und Stärke, inclusive der Einkehr und des Lagerns am Verleerplatze.

Anzahl der 7 m langen Riesfächer	Unter 32 cm Mittelstärke			Von 32—45 cm Mittelstärke			Von und über 45 cm Mittelstärke		
	gute	mittlere	schlechte	gute	mittlere	schlechte	gute	mittlere	schlechte
	Verhältnisse mit Rücksicht auf Lage, Gefälle und Beschaffenheit der Witterung								
	Arbeitsaufwand pro Stück in Tagewerken								
3—5 m lange Stammabschnitte (Klötze)									
bis 40	0·010	0·025	0·040	0·020	0·042	0·065	0·028	0·059	0·091
„ 80	0·020	0·035	0·050	0·035	0·057	0·080	0·049	0·080	0·112
„ 120	0·030	0·045	0·060	0·050	0·075	0·100	0·070	0·105	0·140
„ 160	0·040	0·055	0·070	0·065	0·092	0·120	0·091	0·129	0·168
„ 200	0·050	0·065	0·080	0·080	0·107	0·135	0·112	0·150	0·189
„ 240	0·060	0·075	0·090	0·100	0·125	0·150	0·140	0·175	0·210
„ 280	0·070	0·085	0·100	0·120	0·142	0·165	0·168	0·199	0·231
„ 320	0·080	0·095	0·110	0·135	0·157	0·180	0.189	0·220	0·252
5—7 m lange Stammabschnitte									
bis 40	0·016	0·034	0·052	0·026	0·056	0·086	0·050	0·110	0·170
„ 80	0·028	0·046	0·064	0·046	0·076	0·106	0·090	0·150	0·210
„ 120	0·040	0·060	0·080	0·066	0·099	0·132	0·130	0·195	0·260
„ 160	0·052	0·074	0·096	0·086	0·122	0·158	0·170	0·240	0·310
„ 200	0·064	0·086	0·108	0·106	0·142	0·178	0·210	0·280	0·350
„ 240	0·080	0·100	0·120	0·132	0·165	0·198	0·260	0·325	0·390
„ 280	0·096	0·114	0·132	0·158	0·188	0·218	0·310	0·370	0·430
„ 320	0·108	0·126	0·144	0·178	0·208	0·238	0·350	0·410	0·470

Tabelle XIII.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand beim Ueberkehren und Riesen von Brenn-, Klotz- und Langholz, einschließlich der während des Riesens nothwendigen Riesenreparaturen, sowie des Lagerns des Lang- und Klotzholzes, nach Mittheilungen der Forstdirection zu Waidhofen an der Ybbs.

Länge der Lieferstrecke in Metern	Sehr günstige			Günstige			Mittelmäßige			Ungünstige			Sehr ungünstige		
	Verhältnisse														
	Scheit-	Dreiling-Bloch-	Lang-	Scheit-	Dreiling-Bloch-	Lang-	Scheit-	Dreiling-Bloch-	Lang-	Scheit-	Dreiling-Bloch-	Lang-	Scheit-	Dreiling-Bloch-	Lang-
	Holz														
	Aufwand in Tagschichten per fm^3														
bis 0·05	0·063	0·035	0·094	0·063	0·035	0·094	0·063	0·035	0·094	0·094	0·063	0·126	0·094	0·063	0·126
0·05 „ 0·10	0·063	0·035	0·094	0·063	0·035	0·094	0·094	0·063	0·126	0·094	0·063	0·126	0·126	0·094	0·158
0·10 „ 0·15	0·063	0·035	0·094	0·094	0·063	0·126	0·094	0·063	0·126	0·126	0·094	0·158	0·126	0·094	0·158
0·15 „ 0·20	0·094	0·063	0·126	0·094	0·063	0·126	0·126	0·094	0·158	0·126	0·094	0·158	0·158	0·126	0·189
0·20 „ 0·30	0·094	0·063	0·126	0·126	0·094	0·158	0·126	0·094	0·158	0·158	0·126	0·189	0·158	0·126	0·189
0·30 „ 0·40	0·126	0·094	0·158	0·126	0·094	0·158	0·158	0·126	0·189	0·158	0·126	0·189	0·189	0·158	0·221
0·40 „ 0·60	0·126	0·094	0·158	0·158	0·126	0·189	0·158	0·126	0·189	0·189	0·158	0·221	0·221	0·189	0·253
0·60 „ 0·80	0·158	0·126	0·189	0·158	0·126	0·189	0·189	0·158	0·221	0·221	0·189	0·253	0·253	0·221	0·287
0·80 „ 1·00	0·158	0·126	0·189	0·189	0·158	0·221	0·221	0·189	0·253	0·253	0·221	0·287	0·287	0·253	0·348
1·00 „ 1·40	0·189	0.158	0·221	0·221	0·189	0·253	0·253	0·221	0·287	0·287	0·253	0·348	0·348	0·287	0·411
1·40 „ 2·00	0·221	0·189	0·253	0·253	0·221	0·287	0·287	0 253	0·348	0·348	0 287	0·411	0·411	0·348	0·506
2·00 „ 3·00	0·253	0·221	0·287	0·287	0·253	0·348	0·348	0·287	0·411	0·411	0·348	0·506	0·506	0·411	0·632
3·00 „ 4·00	0·316	0·253	0·348	0·348	0·287	0·411	0·411	0 348	0·506	0·506	0·411	0·632	0·632	0·506	0·791

Beim Ueberkehren von harten Hölzern ist das ausgewiesene Erforderniß um 15% niedriger anzunehmen.

Tabelle XIV.

Das Gewicht und die Maximaltragkraft der gewöhnlichen Drahtseile, dann der erforderliche Durchmesser der entsprechenden Seiltrommel.

Nach Mittheilung von Dr. W. F. Exner. *

Drahtstärke in Millimetern	Des Seiles		Maximum der Tragkraft in Kilogramm	Durchmesser der entsprechenden Seiltrommel in Metern
	Durchmesser in Millimetern	beiläufiges Gewicht per Meter in Kilogramm		
Litzen mit 6 Drahtfäden und 1 Hanfseele oder mit 7 Drahtfäden ohne Hanfseele.				
3·29	10·45	0·368	2240	2·212
2·92	9·35	0·313	1680	1·896
2·55	8·25	0·236	1400	1·580
2·20	7·15	0·165	952	1·264
1·89	6·60	0·128	784	0·948
1·69	5·50	0·110	672	0·632
1·61	4·95	0·092	560	0·474
1·41	4·12	0·073	448	0·474
1·28	3·66	0·064	392	0·395
1·19	3·30	0·059	336	0·395
1·01	2·93	0·041	280	0·316
0·90	2·75	0·033	224	0·316
0·79	2·57	0·027	168	0·237
0·66	2·40	0·022	140	0·237
0·59	2·20	0·018	112	0·158
0·57	2·02	0·013	93	0·158
0·55	1·83	0·011	65	0·079
0·44	1·65	0·006	46	0·079
Litzen mit 3 Drahtfäden.				
3·29	7·67	0·230	1512	.
2·92	7·12	0·211	1120	.
2·55	6·58	0·165	952	.
2·20	5·48	0·120	616	.
1·89	4·93	0·101	504	.
Litzen mit 4 Drahtfäden.				
3·29	7·12	0·193	1120	.
2·92	6·03	0·160	840	.
2·55	5·48	0·123	672	.
2·20	4·39	0·087	448	.

* Supplement zur „Allgemeinen Forst- und Jagd-Zeitung", VIII. Band, 3. Heft, S. 177.

Tabelle XV.

Vertheilungsnachweis der Arbeiter bei dem Ziehen von Brennholz mit Handschlitten nach Anzahl und in Prozenten des Gesammtaufwandes.

Bezeichnung der Arbeitsleistung	Mit dem langen Handschlitten für das Ziehen von 2 m langen Drehlingen							Mit dem Halbschlitten für das Ziehen von 2 m langen Drehlingen							Beim Ziehen von 6 m langen Stücken						
	erforderliche Mannschaft bei einer Weglänge von																				
	100	500	1000	1500	2000	2500	3000	100	500	1000	1500	2000	2500	3000	100	500	1000	1500	2000	2500	3000
	Meter																				
Für das Offenhalten der Bahn während des Betriebes erforderliche Arbeiterzahl	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
in Prozenten zum Gesammtaufwande	7·5	5·5	4·3	3·1	2·5	2·2	2·0	14·3	10·5	8·3	6·7	5·3	4·9	4·4	13	10	8	7	7	7	6
Für die Herstellung und Erhaltung der Wege erforderliche Arbeiterzahl	1	2	3	4	5	5	6	1	2	3	4	5	5	6	1	2	3	4	5	5	6
in Prozenten zum Gesammtaufwande	7·5	11·5	13·0	12·5	12·5	11·1	11·0	7·1	10·5	12·5	13·0	13·0	13·0	13·0	7	10	12	12	12	12	12
Für das Holzaufladen erforderliche Arbeiterzahl	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
in Prozenten zum Gesammtaufwande	23·0	16·5	8·7	7·0	7·0	6·5	6·0	21·4	15·8	12·5	10·1	7·9	7·3	6·6	20	15	12	10	7·5	7·0	6·0
Für das Holzziehen erforderliche Arbeiterzahl	7	11	16	24	30	36	40	7	11	15	20	27	30	34	7	11	15	20	27	30	36
in Prozenten zum Gesammtaufwande	54·5	61·0	69·6	74·3	74·5	78·0	79·0	50·1	57·9	62·5	66·9	71·2	72·3	73·8	47	55	60	63	68·5	69·0	72
Für die Erhaltung der Schlitten erforderliche Arbeiterzahl	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
in Prozenten zum Gesammtaufwande	7·5	5·5	4·4	3·1	2·5	2·2	2·0	7·1	5·3	4·2	3·3	2·6	2·5	2·2	6·5	5	4	4	2·5	2·5	2
Für das Abladen erforderliche Arbeiterzahl	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1
in Prozenten zum Gesammtaufwande	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6·5	5	4	4	2·5	2·5	2

Tabelle XVI.

Arbeitsaufwand für das Rücken aufbereiteter Brennhölzer mittelst Handschlitten und Menschenkraft, ohne das Erforderniß für Weg- und Schlittenerhaltung, bei achtstündiger Arbeitsleistung und bekannter Schlittenladung.

Lieferstrecke in Metern	Bei einer achtstündigen ununterbrochenen Tagesleistung und einer Schlittladung per Fahrt von rm³																Dem Aufwande sind als zulässige Anzahl von Tagesfahrten unterlegt worden und zwar unter	
	0·4		0·6		0·8		1·0		1·2		1·4		1·6		2·0		2·4		günstigen	ungünstigen
	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis		
	Tagfichten per rm³																		Verhältnissen	
100	0·125	0·138	0·083	0·092	0·062	0·069	0·050	0·055	0·041	0·046	0·035	0·039	0·031	0·034	0·025	0·027	0·020	0·023	20	18
200	0·138	0·178	0·092	0·119	0·069	0·089	0·053	0·071	0·046	0·059	0·039	0·051	0·034	0·044	0·027	0·035	0·023	0·029	18	14
300	0·156	0·208	0·104	0·138	0·078	0·104	0·062	0·083	0·052	0·069	0·044	0·059	0·039	0·052	0·031	0·041	0·026	0·034	16	12
400	0·166	0·250	0·111	0·166	0·083	0·125	0·066	0·100	0·055	0·083	0·047	0·071	0·041	0·062	0·033	0·050	0·027	0·041	15	10
500	0·192	0·277	0·128	0·185	0·096	0·138	0·078	0·111	0·064	0·092	0·054	0·079	0·048	0·069	0·039	0·055	0·032	0·046	13	9
600	0·208	0·312	0·138	0·208	0·104	0·156	0·083	0·125	0·069	0·104	0·059	0·089	0·052	0·078	0·041	0·062	0·034	0·052	12	8
700	0·227	0·357	0·151	0·238	0·113	0·178	0·091	0·143	0·075	0·119	0·064	0·102	0·056	0·089	0·045	0·071	0·037	0·059	11	7
800	0·227	0·417	0·151	0·277	0·113	0·208	0·091	0·166	0·075	0·138	0·064	0·119	0·056	0·104	0·045	0·083	0·037	0·069	11	6
900	0·250	0·417	0·166	0·277	0·125	0·208	0·100	0·166	0·083	0·138	0·071	0·119	0·062	0·104	0·050	0·083	0·041	0·069	10	6
1000—1100	0·277	0·500	0·185	0·333	0·138	0·250	0·111	0·200	0·092	0·166	0·079	0·142	0·069	0·125	0·055	0·100	0·046	0·083	9	5
1200	0·312	0·500	0·208	0·333	0·156	0·250	0·125	0·200	0·104	0·166	0·089	0·142	0·078	0·125	0·062	0·100	0·052	0·083	8	5
1300—1400	0·312	0·625	0·208	0·417	0·156	0·312	0·125	0·250	0·104	0·208	0·089	0·178	0·078	0·156	0·062	0·125	0·052	0·104	8	4
1500—1600	0·357	0·625	0·238	0·417	0·178	0·312	0·143	0·250	0·119	0·208	0·102	0·178	0·089	0·156	0·071	0·125	0·059	0·104	7	4
1700	0·357	0·833	0·238	0·555	0·178	0·417	0·143	0·333	0·119	0·277	0·102	0·238	0·089	0·208	0·071	0·166	0·059	0·138	7	3
1800—2200	0·417	0·833	0·277	0·555	0·208	0·417	0·166	0·333	0·138	0·277	0·119	0·238	0·104	0·208	0·083	0·166	0·069	0·138	6	3
2300—2400	0·500	0·833	0·333	0·555	0·250	0·417	0·200	0·333	0·166	0·277	0·142	0·238	0·125	0·208	0·100	0·166	0·083	0·138	5	3
2500—2800	0·500	1·250	0·333	0·833	0·250	0·625	0·200	0·500	0·166	0·416	0·142	0·358	0·125	0·312	0·100	0·250	0·083	0·208	5	2
2900—3600	0·625	1·250	0·417	0·833	0·312	0·625	0·250	0·500	0·208	0·416	0·178	0·358	0·156	0·312	0·125	0·250	0·104	0·208	4	2
3700—4200	0·833	1·250	0·555	0·833	0·417	0·625	0·333	0·500	0·277	0·416	0·238	0·358	0·208	0·312	0·166	0·250	0·138	0·208	3	2
4300—5500	0·833	2·500	0·555	1·666	0·417	1·250	0·333	1·000	0·277	0·832	0·238	0·716	0·208	0·624	0·166	0·500	0·138	0·416	3	1
5600—8000	1·250	2·500	0·833	1·666	0·625	1·250	0·500	1·000	0·416	0·832	0·358	0·716	0·312	0·624	0·250	0·500	0·208	0·416	2	1

Tabelle XVII.

Arbeitsaufwand für das Rücken von Klotzhölzern ohne Unterschied der Länge und Stärke mittelst Handschlitten und Menschenkraft, ausschließlich des Erfordernisses für Weg- und Schlittenerhaltung, bei einer ununterbrochenen achtstündigen Arbeitsleistung und bekannter Ladung per Fahrt.

(Die zur Grundlage benützte Anzahl der zulässigen Tagesfahrten enthält Tabelle XVI.)

Länge der Lieferstrecke in Kilometern	Bei einer achtstündigen ununterbrochenen Tagesleistung und einer Schlittenladung per Fahrt in Stücken									
	1		2		3		4		5	
	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
	Tagschichten per Stück									
0·1	0·050	0·055	0·025	0·027	0·016	0·018	0·012	0·014	0·010	0·011
0·2	0·055	0·071	0·027	0·035	0·018	0·023	0·014	0·018	0·011	0·014
0·3	0·062	0·083	0·031	0·041	0·020	0·027	0·015	0·020	0·012	0·016
0·4	0·066	0·100	0·033	0·050	0·022	0·033	0·016	0·025	0·013	0·020
0·5	0·076	0·111	0·038	0·055	0·025	0·037	0·019	0·028	0·015	0·022
0·6	0·083	0·125	0·041	0·062	0·027	0·041	0·020	0·031	0·016	0·025
0·7	0·091	0·143	0·045	0·071	0·030	0·047	0·022	0·035	0·018	0·028
0·8	0·091	0·166	0·045	0·083	0·030	0·055	0·022	0·041	0·018	0·033
0·9	0·100	0·166	0·050	0·083	0·033	0·055	0·025	0·041	0·020	0·033
1·0—1·1	0·111	0·200	0·055	0·100	0·037	0·066	0·028	0·050	0·022	0·040
1·2	0·125	0·200	0·062	0·100	0·041	0·066	0·031	0·050	0·025	0·040
1·3—1·4	0·125	0·250	0·062	0·125	0·041	0·083	0·031	0·062	0·025	0·050
1·5—1·6	0·143	0·250	0·071	0·125	0·047	0·083	0·035	0·062	0·028	0·050
1·7	0·143	0·333	0·071	0·166	0·047	0·111	0·035	0·083	0·028	0·066
1·8—2·2	0·166	0·333	0·083	0·166	0·055	0·111	0·041	0·083	0·033	0·066
2·3—2·4	0·200	0·333	0·100	0·166	0·066	0·111	0·050	0·083	0·040	0·066
2·5—2·8	0·200	0·500	0·100	0·250	0·066	0·166	0·050	0·125	0·040	0·100
2·9—3·6	0·250	0·500	0·125	0·250	0·083	0·166	0·062	0·125	0·050	0·100
3·7—4·2	0·333	0·500	0·166	0·250	0·111	0·166	0·083	0·125	0·066	0·100
4·3—5·5	0·333	1·000	0·166	0·500	0·111	0·333	0·083	0·250	0·066	0·200
5·6—8·0	0·500	1·000	0·250	0·500	0·166	0·333	0·125	0·250	0·100	0·200

Tabelle XVIII.

Durchschnittliches Arbeitserforderniß bei dem Abliefern von 2 m langen harten oder weichen Dreilingen (Drehlingen) mittelst des langen Handschlittens und des Halbschlittens durch Menschenkraft, einschließlich der erforderlichen Wege- und Schlittenerhaltung während des Betriebes, desgleichen der Weginstandsetzung vor dem Betriebsbeginne, insoweit sich letztere auf gewöhnliche Reparaturarbeiten erstreckt.

Wegstrecke in Metern	Langer Handschlitten				Halbschlitten			
	Arbeitsaufwand bei einer Schlittenladung von rm³							
	0·6	0·5	0·4	0·3	0·9	0·7	0·6	0·5
	in Tagewerken pro rm³							
100	0·140	0·180	0·210	0·230	0·157	0·219	0·263	0·307
200	0·155	0·222	0·232	0·252	0·190	0·234	0·285	0·329
300	0·162	0·229	0·239	0·267	0·197	0·241	0·292	0·336
400	0·184	0·266	0·276	0·304	0·204	0·248	0·299	0·351
500	0·191	0·273	0·291	0·319	0·219	0·277	0·336	0·388
600	0·213	0·295	0·313	0·348	0·234	0·292	0·351	0·410
700	0·235	0·332	0·350	0·385	0·241	0·299	0·358	0·417
800	0·264	0·376	0·401	0·443	0·256	0·321	0·387	0·454
900	0·286	0·398	0·423	0·465	0·293	0·365	0·438	0·512
1000	0·308	0·427	0·460	0·502	0·322	0·402	0·482	0·563
1100	0·323	0·442	0·475	0·524				
1200	0·330	0·449	0·482	0·539	0·359	0·453	0·540	0·636
1300	0·337	0·465	0·504	0·562				
1400	0·366	0·509	0·548	0·606	0·432	0·533	0·635	0·746
1500	0·403	0·560	0·606	0·671				
1500—1800	0·454	0·626	0·679	0·759	0·505	0·621	0·745	0·870
1800—2000	0·476	0·648	0·708	0·788				
2000—2300	0·542	0·743	0·818	0·893	0·556	0·687	0·825	0·965
2300—2800	0·681	0·926	1·016	1·119	0·636	0·797	0·956	1·118

Tabelle XIX.

Berechnung des kleinſten Halbmeſſers für Kehren und Krümmungen bei gegebener Wegbreite und bekannter Länge des Fuhrwerkes nach der Formel $r = \frac{l^2}{2 \cdot b}$

Bei einer Wegbreite in Metern	und einer Länge des Fuhrwerkes (in Meter) von										
	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
	iſt der kleinſte Halbmeſſer in Metern										
2·0	9·0	20·3	36·0	56·3	81·0	110·3	144·0	182·3	225·0	272·3	324·1
2·2	8·2	18·4	32·7	51·1	73·6	100·2	130·9	165·7	204·5	247·5	294·5
2·4	7·5	16·9	30·0	46·9	67·5	91·9	120·0	151·9	187·5	226·9	270·0
2·6	6·9	15·6	27·7	43·3	62·3	84·8	110·8	140·2	173·1	209·4	249·2
2·8	6·4	14·5	25·7	40·2	57·9	78·8	102·9	130·2	160·7	194·5	231·4
3·0	6·0	13·5	24·0	37·5	54·0	73·5	96·0	121·5	150·0	181·5	216·0
3·2	5·6	12·7	22·5	35·2	50·6	68·9	90·0	113·9	140·6	170·2	202·5
3·4	5·3	11·9	21·2	33·1	47·6	64·9	84·7	107·2	132·4	160·1	190·6
3·6	5·0	11·3	20·0	31·3	45·0	61·3	80·0	101·3	125·0	151·3	180·0
3·8	4·7	10·7	18·9	29·6	42·6	58·0	75·8	95·9	118·4	143·3	170·5
4·0	4·5	10·1	18·0	28·1	40·5	55·1	72·0	91·1	112·5	136·1	162·0
4·2	.	9·6	17·1	26·8	38·6	52·5	68·6	86·8	107·1	129·6	154·3
4·4	.	9·2	16·3	25·6	36·8	50·1	65·5	82·8	102·3	123·8	147·3
4·6	.	8·8	15·7	24·5	35·2	47·9	62·6	79·2	97·8	118·4	140·9
4·8	.	8·4	15·0	23·4	33·8	45·9	60·0	75·9	93·8	113·4	135·0
5·0	.	8·1	14·4	22·5	32·4	44·1	57·6	72·9	90·0	108·9	129·6
5·5	.	.	13·1	20·5	29·5	40·1	52·4	66·3	81·8	99·0	117·3
6·0	.	.	12·0	18·8	27·0	36·8	48·0	60·8	75·0	90·8	108·0
7·0	.	.	10·3	16·1	23·1	31·5	41·1	52·1	64·3	77·8	92·6

Tabelle XX a.

Arbeitsaufwand bei der Herstellung von Straßengräben.

Bei einer Aushubmasse per laufenden Meter in Kubikmetern	Ein Längenmeter Grabenaushub erfordert unter							
	sehr günstigen		günstigen		ungünstigen		sehr ungünstigen	
	Bodenverhältnissen einen Arbeitsaufwand							
	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
	Tagschichten							
0·05—0·10	0·010	0·015	0·015	0·022	0·020	0·030	0·030	0·045
0·11—0·15	0·020	0·025	0·027	0·037	0·035	0·050	0·060	0·075
0·16—0·20	0·025	0·032	0·037	0·050	0·055	0·070	0·080	0·100
0·21—0·25	0·032	0·040	0·050	0·060	0·080	0·090	0·105	0·125
0·26—0·30	0·040	0·050	0·060	0·070	0·090	0·105	0·130	0·150
0·31—0·35	0·050	0·055	0·072	0·085	0·105	0·125	0·155	0·175
0·36—0·40	0·060	0·065	0·085	0·100	0·130	0·140	0·180	0·200
0·41—0·45	0·067	0·072	0·100	0·110	0·145	0·155	0·205	0·225
0·46—0·50	0·075	0·080	0·110	0·120	0·160	0·170	0·230	0·250
0·51—0·55	0·084	0·089	0·120	0·130	0·175	0·185	0·255	0·275
0·56—0·60	0·094	0·099	0·132	0·142	0·190	0·200	0·280	0·300

Tabelle XX b.

Berechnung des Querschnittes eines Straßengrabens bei gegebener Grabentiefe, Sohlenbreite und bekanntem Böschungsverhältnisse.

Grabentiefe in Metern	Bei einem Böschungsverhältnisse von 1 : 1 und einer Sohlenbreite in Meter von								Bei einem Böschungsverhältnisse von 1 : 1½ und einer Sohlenbreite in Meter von							
	0·3	0·4	0·5	0·6	0·8	1·0	1·5	2·0	0·3	0·4	0·5	0·6	0·8	1·0	1·5	2·0
	Querschnitt in m²															
0·1	0·0	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·2	0·2	0·0	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·2	0·2
0·2	0·1	0·1	0·1	0·2	0·2	0·2	0·3	0·4	0·1	0·1	0·2	0·2	0·2	0·3	0·4	0·5
0·3	0·2	0·2	0·2	0·3	0·3	0·4	0·5	0·7	0·2	0·3	0·3	0·3	0·4	0·4	0·6	0·7
0·4	0·3	0·3	0·4	0·4	0·5	0·6	0·8	1·0	0·4	0·4	0·4	0·5	0·6	0·6	0·8	1·0
0·5	0·4	0·5	0·5	0·6	0·7	0·8	1·0	1·3	0·5	0·6	0·6	0·7	0·8	0·9	1·1	1·4
0·6	0·5	0·6	0·7	0·7	0·8	1·0	1·3	1·6	0·7	0·8	0·8	0·7	1·0	1·1	1·4	1·7
0·7	0·7	0·8	0·8	0·9	1·1	1·2	1·5	1·9	0·9	1·0	1·1	1·2	1·3	1·4	1·8	2·1
0·8	0·9	1·0	1·0	1·1	1·3	1·4	1·8	2·2	1·2	1·3	1·4	1·4	1·6	1·8	2·2	2·6
0·9	1·1	1·2	1·3	1·4	1·5	1·7	2·2	2·6	1·5	1·6	1·7	1·8	1·9	2·1	2·6	3·0
1·0	1·3	1·4	1·5	1·6	1·8	2·0	2·5	3·0	1·8	1·9	2·0	2·1	2·3	2·5	3·0	3·5
1·1	1·5	1·7	1·8	1·9	2·1	2·3	2·9	3·4	2·1	2·3	2·4	2·5	2·7	2·9	3·5	4·0
1·2	1·8	1·9	2·0	2·2	2·4	2·6	3·2	3·8	2·5	2·6	2·8	2·9	3·1	3·4	4·0	4·6
1·3	2·1	2·2	2·3	2·5	2·7	3·0	3·6	4·3	2·9	3·1	3·2	3·3	3·6	3·8	4·5	5·1
1·4	2·4	2·5	2·7	2·8	3·1	3·4	4·0	4·8	3·4	3·5	3·6	3·8	4·1	4·3	5·0	5·7
1·5	2·7	2·9	3·0	3·2	3·5	3·8	4·5	5·3	3·8	4·0	4·1	4·3	4·6	4·9	5·6	6·4
1·6	3·0	3·2	3·4	3·5	3·9	4·2	5·0	5·8	4·3	4·5	4·6	4·8	5·1	5·4	6·2	7·0
1·7	3·4	3·6	3·7	3·9	4·3	4·6	5·5	6·3	4·8	5·0	5·2	5·4	5·7	6·0	6·9	7·7
1·8	3·8	4·0	4·1	4·3	4·7	5·0	6·0	6·8	5·4	5·6	5·8	5·9	6·3	6·7	7·6	8·5
1·9	4·2	4·4	4·6	4·8	5·1	5·5	6·5	7·4	6·0	6·2	6·4	6·6	6·9	7·3	8·3	9·2
2·0	4·6	4·8	5·0	5·2	5·6	6·0	7·0	8·0	6·6	6·8	7·0	7·2	7·6	8·0	9·0	10·0
2·1	5·0	5·3	5·5	5·7	6·1	6·5	7·6	8·6	7·2	7·5	7·7	7·9	8·3	8·7	9·8	10·8
2·2	5·5	5·7	5·9	6·2	6·6	7·0	8·1	9·2	7·9	8·1	8·4	8·6	9·0	9·5	10·6	11·7
2·3	6·0	6·2	6·4	6·7	7·1	7·6	8·7	9·9	8·6	8·9	9·1	9·3	9·8	10·2	11·4	12·5
2·4	6·5	6·7	7·0	7·2	7·7	8·2	9·4	10·6	9·4	9·6	9·8	10·1	10·6	11·0	12·2	13·4
2·5	7·0	7·3	7·5	7·8	8·3	8·8	10·0	11·3	10·1	10·4	10·6	10·9	11·4	11·9	13·1	14·4
2·6	7·5	7·8	8·1	8·3	8·9	9·4	10·7	12·0	10·9	11·2	11·4	11·7	12·2	12·7	14·0	15·
2·7	8·1	8·4	8·6	8·9	9·5	10·0	11·3	12·7	11·7	12·0	12·3	12·6	13·1	13·6	15·0	16·
2·8	8·7	9·0	9·2	9·5	10·1	10·6	12·0	13·4	12·6	12·9	13·2	13·4	14·0	14·6	16·0	17·
2·9	9·3	9·6	9·9	10·2	10·7	11·3	12·8	14·2	13·5	13·8	14·1	14·4	14·9	15·5	17·0	18·
3·0	9·9	10·2	10·5	10·8	11·4	12·0	13·5	15·0	14·4	14·7	15·0	15·3	15·9	16·5	18·0	19·

Tabelle XXI.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand bei der Ueberführung von Abtragsmassen.

Das Verführen von 1 m³ Erde einschließlich des Auf- und Abladens erfordert bei Anwendung von

Schubkarren		Handkarren		einspännigen Wagen		zweispännigen Wagen	
Strecke in Metern	Tagschichten Erforderniß	Strecke in Metern	Tagschichten Erforderniß	Strecke in Metern	Tagschichten Erforderniß	Strecke in Metern	Tagschichten Erforderniß
5	0·091	50	0·205	100	0·073	100	0·062
10	0·104	60	0·214	150	0·078	200	0·069
15	0·117	70	0·223	200	0·083	300	0·076
20	0·130	80	0·232	250	0·088	400	0·083
25	0·143	90	0·241	300	0·094	500	0·090
30	0·156	100	0·250	350	0·099	600	0·097
35	0·169	125	0·273	400	0·104	700	0·104
40	0·182	150	0·295	450	0·109	800	0·110
45	0·195	175	0·317	500	0·114	900	0·117
50	0·208	200	0·340	550	0·120	1000	0·125
55	0·221	225	0·362	600	0·125	1100	0·132
60	0·234	250	0·385	650	0·130	1200	0·139
65	0·247	275	0·407	700	0·135	1300	0·146
70	0·260	300	0·430	750	0·140	1400	0·153
75	0·273	325	0·452	800	0·146	1500	0·160
80	0·286	350	0·475	850	0·151	1600	0·167
85	0·299	375	0·497	900	0·156	1700	0·174
90	0·312	400	0·520	950	0·161	1800	0·181
95	0·325	450	0·565	1000	0·166	1900	0·188
100	0·338	500	0·610	1050	0·172	2000	0·195
105	0·351	550	0·655	1100	0·177	2100	0·202
110	0·364	600	0·700	1200	0·187	2200	0·209
115	0·377	650	0·745	1300	0·198	2300	0·216
120	0·390	700	0·790	1400	0·208	2400	0·223
125	0·403	750	0·835	1500	0·218	2500	0·230
130	0·416	800	0·880	1600	0·229	2600	0·237
135	0·429	850	0·925	1700	0·239	2700	0·244
140	0·442	900	0·970	1800	0·250	2800	0·251
145	0·455	950	1·015	1900	0·260	2900	0·258
150	0·468	1000	1·060	2000	0·270	3000	0·265

Tabelle XXII.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand bei dem Bezimmern, Abbinden und Anarbeiten unterschiedlicher Bauhölzer.

Nach Mittheilung von D. V. Junk.

Durchmesser des Stammes am dünnen Ort	Stärke und Gattung des Holzes	Ein Currentmeter: Rundholz auf einer Seite, rein behauen und vollständig anarbeiten zu Herstellungen, Verband, mit	Rundholz auf einer Seite, rein behauen und vollständig anarbeiten zu Herstellungen, Verband, ohne	Rundholz auf zwei Seiten, rein behauen und vollständig anarbeiten zu Herstellungen, Verband, mit	Rundholz auf zwei Seiten, rein behauen und vollständig anarbeiten zu Herstellungen, Verband, ohne	rauh behauenes Holz, rein behauen und vollständig anarbeiten zu Herstellungen, Verband, mit	rauh behauenes Holz, rein behauen und vollständig anarbeiten zu Herstellungen, Verband, ohne	vierkantig behauenes oder geschnittenes Holz oder Rundholz, rein behauen und vollständig anarbeiten zu Herstellungen, Verband, mit	vierkantig behauenes oder geschnittenes Holz oder Rundholz, rein behauen und vollständig anarbeiten zu Herstellungen, Verband, ohne	Rundholz auf zwei Seiten behauen und legen	Behauenes oder Rundholz abschneiden und legen	Holz hobeln: behauenes	Holz hobeln: geschnittenes	rundes Holz rein behauen	Rücksichtlich der Anarbeitung ohne Behauen wird das Rundholz im Durchmesser genommen von
Centimeter		Zimmermannstagschichten													em
50	35/40—35/35 em	weich	0·700	0·500	0·550	0·400	0·550	0·400	0·450	0·250	0 250	0·150	0·160	0·120	0·250	45
		hart	0·900	0·650	0·700	0·500	0·750	0·550	0·600	0·350	0·300	0·200	0·220	0·160	0·300	
45	27″/36—31″/31 „	weich	0·535	0·410	0·440	0·300	0·415	0·290	0·375	0·250	0·190	0·125	0·140	0·105	0·160	35
		hart	0·710	0·595	0·590	0·420	0 560	0·390	0·450	0·335	0·255	0·165	0·190	0·140	0·260	
40	24″/32—28″/28 „	weich	0·430	0·300	0·350	0·250	0·350	0·220	0·300	0·200	0·150	0 100	0·125	0·095	0·130	30
		hart	0·580	0·440	0·470	0·330	0·450	0·310	0·400	0·260	0·200	0·135	0·170	0·130	0·180	
35	21″/28—24″/24 „	weich	0·350	0·270	0·280	0·200	0·270	0·190	0·240	0·160	0·120	0·080	0·110	0·080	0·110	25
		hart	0·470	0·365	0·385	0·280	0·360	0·265	0·320	0·215	0·160	0·110	0·150	0·116	0·150	
30	18″/24—21″/21 „	weich	0·277	0·212	0·230	0·170	0·210	0·145	0·190	0·125	0·095	0·065	0·095	0·070	0·087	25
		hart	0·360	0·275	0·290	0·210	0·275	0·190	0·250	0·165	0·125	0·085	0·127	0·093	0·110	
25	15″/20—17″/17 „	weich	0·210	0·160	0·175	0·125	0·165	0·115	0·150	0·100	0·075	0·050	0·080	0·060	0·060	20
		hart	0·290	0·225	0·235	0·170	0·215	0·145	0·200	0·135	0·100	0·070	0·110	0·090	0·090	
20	12″/16—14″/14 „	weich	0·155	0·120	0·130	0·095	0·125	0·085	0·110	0·075	0·055	0·040	0·070	0·050	0·045	17
		hart	0·210	0·160	0·175	0·125	0·165	0·115	0·150	0·100	0·075	0·050	0·093	0·070	0·060	
17	10″/14—12″/12 „	weich	0·130	0·100	0·105	0·075	0·100	0·070	0·090	0·060	0·045	0·030	0·060	0·045	0·040	15
		hart	0·175	0·135	0·140	0·100	0·130	0·090	0·120	0·080	0·060	0·040	0·080	0·060	0·055	
15	9″/12—10″/10 „	weich	0·110	0·085	0·090	0·065	0·080	0·055	0·075	0·050	0·040	0·025	0·055	0·040	0·035	13
		hart	0·150	0·115	0·115	0·080	0·110	0·075	0·100	0·065	0·050	0·030	0·073	0·053	0·050	
13	8″/10— 9″/9 „	weich	0·085	0·065	0·070	0·050	0·065	0·045	0·060	0·040	0·030	0·020	0·050	0·035	0·025	10
		hart	0 115	0·085	0·095	0·070	0·090	0·060	0·080	0·055	0·040	0·030	0·066	0·047	0·035	
10	6″/8 — 7″/7 „	weich	0·065	0·050	0·050	0·035	0·050	0·035	0·045	0·030	0·020	0·015	0·040	0·036	0·020	10
	„ „ „	hart	0·085	0·065	0·070	0·050	0·065	0·045	0·060	0·040	0·030	0·020	0·053	0·040	0·025	

Tabelle XXIII.

Anzahl der Tagesfahrten mit einem einspännigen Gefährt bei einer effectiven Leistung von 10 Stunden, einem Auf- und Abladezeitaufwande von 16 Minuten per Fahrt und bei bekannter Geschwindigkeit des Zugthieres.

Weglänge in Kilometern, die vom Gespann doppelt zurückgelegt werden muß	Anzahl der Tagfahrten mit einem					
	Zugochsen			Pferde		
	bei der durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von					
	0·5	0·6	0·7	0·9	1·0	1·1
	Meter per Secunde					
0·1	26	27	29	30	31	32
0·2	20	22	24	25	26	27
0·3	16	18	20	22	24	24
0·4	14	15	17	19	20	21
0·5	12	13	15	17	18	19
0·6	10	12	13	15	16	17
0·7	9	11	12	14	15	16
0·8	8	10	11	13	14	15
0·9	8	9	10	12	13	14
1·0	7	8	9	11	12	13
1·2	6	7	8	10	11	11
1·4	5	6	7	8	10	10
1·6	5	5	6	8	9	9
2·0	4	5	5	6	7	8
2·5	3	4	4	5	6	6
3·0	3	3	4	5	5	6
4·0	2	2	3	4		
5·0	2			3		
6·0	2			3		
8·0	1			2		
10·0	1			1—2		
12·0—15·0	1			1		

Tabelle XXIV.

Anzahl der Tagfahrten mit einem einspännigen Gefährt bei einer effectiven Leistung von 10 Stunden, einem Auf- und Abladezeitaufwande von 8 Minuten per Fahrt und bei bekannter Geschwindigkeit des Zugthieres.

Weglänge in Kilometern, die vom Gespann doppelt zurückgelegt werden muß	Anzahl der Tagfahrten mit einem			
	Zugochsen		Pferde	
	bei der durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von			
	0·5	0·7	0·9	1·0
	Meter per Secunde			
0·1	40	47	51	54
0·2	28	34	39	42
0·3	21	27	31	35
0·4	17	22	26	29
0·5	14	19	22	25
0·6	12	16	20	22
0·7	11	14	17	20
0·8	10	13	16	18
0·9	9	12	14	17
1·0	8	11	13	15
1·2	7	9	11	13
1·4	6	8	10	11
1·6	5	7	8	10
2·0	4	6	7	8
2·5	3	5	6	7
3·0	3	4	5	6
4·0	2	3	4	4
5·0	2	2	3	3
6·0	1	2	3	3
8·0	1	1	2	2
10·0	1	1	1	1
12·0—15·0	.	.	1	1

Tabelle XXV.

Anzahl der Tagesfahrten mit einem zweispännigen Räderfuhrwerk, bei einer effectiven Leistung von 10 Stunden, einem Auf- und Ablade-Zeitaufwande von 10 Minuten per Fahrt und bei einer Geschwindigkeit von 1·0 m per Secunde.

Entfernung in Kilometern, die vom Gespann doppelt zurückgelegt werden muß	Anzahl der zulässigen Tagesfahrten	Entfernung in Kilometern, die vom Gespann doppelt zurückgelegt werden muß	Anzahl der zulässigen Tagesfahrten
0·10	45	1·4	10
0·12	43	1·6	9
0·14	41	1·8	8
0·16	39	2·0	7
0·18	37	2·5	6
0·20	36	3·0	5
0·25	33	4	4
0·30	30	5	3
0·35	27	6	2
0·40	25	7	2
0·45	24	8	2
0·50	22	9	2
0·60	20	10	1
0·70	18	12	1
0·80	16	14	1
0·90	15	16	1
1·0	13	18	1
1·2	12		

Tabelle XXVI.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand bei dem Ueberführen von Brennholz mittelst Schlitten und Zugvieh.

Länge der Lieferstrecke in Metern	Bei der Verwendung von Pferden											
	Fahrgeschwindigkeit per Secunde in Metern											
	0·9				1·0				1·1			
	Ladung per Fahrt in rm³											
	1·0	1·5	2·0	2·5	1·0	1·5	2·0	2·5	1·0	1·5	2·0	2·5
	Einspännige Zugtagwerke per rm³											
100	0·033	0·022	0·017	0·013	0·032	0·021	0·016	0·013	0·031	0·021	0·016	0·013
200	0·040	0·027	0·020	0·016	0·038	0·026	0·019	0·015	0·037	0·025	0·019	0·015
300	0·045	0·030	0·023	0·018	0·043	0·029	0·022	0·017	0·042	0·028	0·021	0·017
400	0·053	0·035	0·026	0·021	0·050	0·033	0·025	0·020	0·048	0·031	0·024	0·019
500	0·059	0·039	0·029	0·024	0·056	0·037	0·028	0·022	0·053	0·035	0·026	0·021
600	0·067	0·044	0·033	0·027	0·063	0·042	0·031	0·025	0·059	0·039	0·029	0·024
700	0·071	0·048	0·036	0·029	0·067	0·044	0·033	0·027	0·063	0·042	0·031	0·025
800	0·077	0·051	0·038	0·031	0·071	0·048	0·036	0·029	0·067	0·044	0·033	0·027
900	0·083	0·056	0·042	0·033	0·077	0·051	0·038	0·031	0·071	0·048	0·036	0·029
1000	0·090	0·060	0·045	0·036	0·083	0·056	0·042	0·033	0·077	0·051	0·038	0·031
1200	0·100	0·066	0·050	0·040	0·090	0·060	0·045	0·036	0·090	0·060	0·045	0·036
1400	0·111	0·074	0·055	0·044	0·100	0·066	0·050	0·040	0·100	0·066	0·050	0·040
1600	0·125	0·083	0·062	0·050	0·111	0·074	0·055	0·044	0·111	0·074	0·055	0·044
2000	0·166	0·111	0·083	0·066	0·142	0·095	0·071	0·057	0·125	0·083	0·062	0·050
2500	0·200	0·133	0·100	0·080	0·166	0·111	0·083	0·066	0·166	0·111	0·083	0·066
3000	0·200	0·133	0·100	0·080	0·200	0·133	0·100	0·080	0·166	0·111	0·083	0·066
4000	0·250	0·166	0·125	0·100	0·250	0·166	0·125	0·100	0·250	0·166	0·125	0·100
5000	0·333	0·222	0·166	0·133	0·333	0·222	0·166	0·133	0·333	0·222	0·166	0·133
6000	0·333	0·222	0·166	0·133	0·333	0·222	0·166	0·133	0·333	0·222	0·166	0·133
8000	0·500	0·333	0·250	0·200	0·500	0·333	0·250	0·200	0·500	0·333	0·250	0·200
10000	1·000	0·666	0·500	0·400	0·500	0·333	0·250	0·200	0·500	0·333	0·250	0·200
12000—15000	1·000	0·666	0·500	0·400	1·000	0·666	0·500	0·400	1·000	0·666	0·500	0·400

Tabelle XXVII.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand bei der Ueberführung von Brennholz mittelst Schlitten und Zugvieh.

Länge der Lieferstrecke in Metern	Bei der Verwendung von Zugochsen											
	Fahrgeschwindigkeit per Secunde in Metern											
	0·5				0·6				0·7			
	Ladung per Fahrt in rm³											
	1·0	1·5	2·0	2·5	1·0	1·5	2·0	2·5	1·0	1·5	2·0	2·5
	Einspännige Zugtagwerke per rm³											
100	0·038	0·025	0·019	0·015	0·037	0·025	0·018	0·015	0·034	0·023	0·017	0·014
200	0·050	0·033	0·025	0·020	0·045	0·030	0·023	0·018	0·042	0·028	0·021	0·017
300	0·063	0·042	0·031	0·025	0·056	0·037	0·028	0·022	0·050	0·033	0·025	0·020
400	0·071	0·048	0·036	0·029	0·067	0·044	0·033	0·027	0·059	0·039	0·029	0·024
500	0·083	0·056	0·042	0·033	0·077	0·051	0·038	0·031	0·067	0·044	0·033	0·027
600	0·100	0·066	0·050	0·040	0·083	0·056	0·042	0·033	0·077	0·051	0·038	0·031
700	0·111	0·074	0·055	0·044	0·090	0·060	0·045	0·036	0·083	0·056	0·042	0·033
800	0·125	0·083	0·062	0·050	0·100	0·066	0·050	0·040	0·090	0·060	0·045	0·036
900	0·125	0·083	0·062	0·050	0·111	0·074	0·055	0·044	0·100	0·066	0·050	0·040
1000	0·142	0·095	0·071	0·057	0·125	0·083	0·062	0·050	0·111	0·074	0·055	0·044
1200	0·166	0·111	0·083	0·066	0·142	0·095	0·071	0·057	0·125	0·083	0·062	0·050
1400	0·200	0·133	0·100	0·080	0·166	0·111	0·083	0·066	0·142	0·095	0·071	0·057
1600	0·200	0·133	0·100	0·080	0·200	0·133	0·100	0·080	0·166	0·111	0·083	0·066
2000	0·250	0·166	0·125	0·100	0·200	0·133	0·100	0·080	0·200	0·133	0·100	0·080
2500	0·333	0·222	0·166	0·133	0·250	0·166	0·125	0·100	0·250	0·166	0·125	0·100
3000	0·333	0·222	0·166	0·133	0·333	0·222	0·166	0·133	0·250	0·166	0·125	0·100
4000	0·500	0·333	0·250	0·200	0·500	0·333	0·250	0·200	0·333	0·222	0·166	0·133
5000	0·500	0·333	0·250	0·200	0·500	0·333	0·250	0·200	0·500	0·333	0·250	0·200
6000	1·000	0·666	0·500	0·400	0·500	0·333	0·250	0·200	0·500	0·333	0·250	0·200
8000	1·000	0·666	0·500	0·400	1·000	0·666	0·500	0·400	1·000	0·666	0·500	0·400
10000	1·000	0·666	0·500	0·400	1·000	0·666	0·500	0·400	1·000	0·666	0·500	0·400

Tabelle XXVIII.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand bei der Ueberführung von hartem und weichem Brennholz mittelst Schlitten und Zugvieh.

Länge der Lieferstrecke in Kilometern	Bei der Verwendung von															
	Zugochsen								Pferden							
	und einer Schlittenladung nach Maßgabe der Oertlichkeit in rm³															
	1·0		1·5		2·0		2·5		1·0		1·5		2·0		2·5	
	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
	einspännige Zugtagwerke per rm³															
0·1	0·034	0·038	0·023	0·025	0·017	0·019	0·014	0·015	0·031	0·033	0·021	0·022	0·016	0·017	0·012	0·013
0·2	0·042	0·050	0·028	0·033	0·021	0·025	0·017	0·020	0·037	0·040	0·025	0·027	0·019	0·020	0·015	0·016
0·3	0·050	0·063	0·033	0·042	0·025	0·031	0·020	0·025	0·042	0·045	0·028	0·030	0·021	0·023	0·017	0·018
0·4	0·059	0·071	0·039	0·048	0·029	0·036	0·024	0·029	0·048	0·053	0·031	0·035	0·024	0·026	0·019	0·021
0·5	0·067	0·083	0·044	0·056	0·033	0·042	0·027	0·033	0·053	0·059	0·035	0·039	0·026	0·029	0·021	0·024
0·6	0·077	0·100	0·051	0·066	0·038	0·050	0·031	0·040	0·059	0·067	0·039	0·044	0·029	0·033	0·024	0·027
0·7	0·083	0·111	0·056	0·074	0·042	0·055	0·033	0·044	0·063	0·071	0·042	0·048	0·031	0·036	0·025	0·029
0·8	0·090	0·125	0·060	0·083	0·045	0·062	0·036	0·050	0·067	0·077	0·044	0·051	0·033	0·038	0·027	0·031
0·9	0·100	0·125	0·066	0·083	0·050	0·062	0·040	0·050	0·071	0·083	0·048	0·056	0·036	0·042	0·029	0·033
1·0	0·111	0·142	0·074	0·095	0·055	0·071	0·044	0·057	0·077	0·090	0·051	0·060	0·038	0·045	0·031	0·036
1·2	0·125	0·166	0·083	0·111	0·062	0·083	0·050	0·066	0·090	0·100	0·060	0·066	0·045	0·050	0·036	0·040
1·4	0·142	0·200	0·095	0·133	0·071	0·100	0·057	0·080	0·100	0·111	0·066	0·074	0·050	0·055	0·040	0·044
1·6	0·166	0·200	0·111	0·133	0·083	0·100	0·066	0·080	0·111	0·125	0·074	0·083	0·055	0·062	0·044	0·050
2·0	0·200	0·250	0·133	0·166	0·100	0·125	0·080	0·100	0·125	0·166	0·083	0·111	0·062	0·083	0·050	0·066
2·5	0·250	0·333	0·166	0·222	0·125	0·166	0·100	0·133	0·166	0·200	0·111	0·133	0·083	0·100	0·066	0·080
3·0	0·250	0·333	0·166	0·222	0·125	0·166	0·100	0·133	0·166	0·200	0·111	0·133	0·083	0·100	0·066	0·080
4·0	0·333	0·500	0·222	0·333	0·166	0·250	0·133	0·200	0·250		0·166		0·125		0·100	
5·0	0·500	0·500	0·333	0·333	0·250	0·250	0·200	0·200	0·333		0·222		0·166		0·133	
6·0	0·500	1·000	0·333	0·666	0·250	0·500	0·200	0·400	0·333		0·222		0·166		0·133	
8·0	1·000		0·666		0·500		0·400		0·500		0·333		0·250		0·200	
10·0	1·000		0·666		0·500		0·400		0·500	1·000	0·333	0·666	0·250	0·500	0·200	0·400
12·0—15·0	.		.		.		.		1·000		0·666		0·500		0·400	

Tabelle XXIX.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand bei dem Ueberführen von 4—8 m langen, harten oder weichen Blochhölzern (Klötzen) mit Schlitten durch Zugvieh auf mittelmäßigen Winterzugwegen, inclusive des Aufwandes für das Auf- und Abladen.

Vom Gespann doppelt zurückgelegte Weglänge in Kilometern	Bei der Verwendung von											
	Ochsen						Pferden					
	und einer durchschnittlichen Ladung von											
	2		3		4		2		3		4	
	Stück Blochhölzern											
	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
	Einspännige Tagwerke per Stück											
0·1	0·0125	0·0106	0·0083	0·0070	0·0062	0·0053	0·0098	0·0092	0·0065	0·0061	0·0049	0·0046
0·2	0·0178	0·0147	0·0119	0·0098	0·0089	0·0073	0·0128	0·0119	0·0085	0·0079	0·0064	0·0050
0·3	0·0238	0·0185	0·0158	0·0123	0·0119	0·0092	0·0161	0·0142	0·0107	0·0095	0·0080	0·0071
0·4	0·0264	0·0227	0·0196	0·0151	0·0147	0·0113	0·0192	0·0172	0·0128	0·0116	0·0096	0·0086
0·5	0·0357	0·0263	0·0238	0·0175	0·0178	0·0131	0·0227	0·0200	0·0151	0·0133	0·0113	0·0100
0·6	0·0417	0·0312	0·0277	0·0208	0·0208	0·0156	0·0250	0·0227	0·0166	0·0151	0·0125	0·0113
0·7	0·0454	0·0357	0·0303	0·0237	0·0227	0·0178	0·0294	0·0250	0·0195	0·0166	0·0147	0·0125
0·8	0·0500	0·0384	0·0333	0·0256	0·0250	0·0192	0·0312	0·0277	0·0208	0·0185	0·0156	0·0138
0·9	0·0555	0·0416	0·0370	0·0277	0·0277	0·0208	0·0357	0·0294	0·0238	0·0195	0·0178	0·0156
1·0	0·0625	0·0454	0·0416	0·0303	0·0312	0·0227	0·0384	0·0333	0·0256	0·0222	0·0192	0·0166
1·2	0·0714	0·0555	0·0470	0·0370	0·0357	0·0277	0·0454	0·0384	0·0303	0·0256	0·0227	0·0192
1·4	0·0833	0·0625	0·0555	0·0417	0·0417	0·0312	0·0500	0·0454	0·0333	0·0303	0·0250	0·0227
1·6	0·1000	0·0714	0·0666	0·0476	0·0500	0·0357	0·0625	0·0500	0·0417	0·0333	0·0312	0·0250
2·0	0·1250	0·0833	0·0833	0·0555	0·0625	0·0417	0·0714	0·0625	0·0476	0·0417	0·0357	0·0312
2·5	0·1660	0·1000	0·1110	0·0666	0·0833	0·0500	0·0833	0·0714	0·0555	0·0476	0·0417	0·0357
3·0	0·1660	0·1250	0·1110	0·0833	0·0833	0·0620	0·1000	0·0833	0·0666	0·0555	0·0500	0·0417
4·0	0·2500	0·1660	0·1660	0·1110	0·125		0·125		0·0833		0·0625	
5·0	0·250		0·166		0·125		0·166		0·1110		0·0833	
6·0	0·500	0·250	0·333	0·166	0·250	0·125	0·166		0·1110		0·0833	
8·0	0·500		0·333		0·250		0·250		0·166		0·125	
10·0	0·500		0·333		0·250		0·500		0·333		0·250	
12—15							0·500		0·333		0·250	

Tabelle XXX.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand bei der Ueberführung von unterschiedlichem Nutz- und Brennholz nach Fest- und Raumgehalt im Sommer mittelst zweispännigen Gefährtes auf mittelguten Waldstraßen, einschließlich des Aufwandes für das Auf- und Abladen.

Vom Wagen doppelt zurückzulegende Länge der Wegstrecke in km	Bei einer mittleren Wagenladung von fm^3 oder rm^3							
	1·5	2	2·5	3·0	3·5	4·0	4·5	5
	zweispännige Pferdefahrtage per fm^3 oder rm^3							
0·10	0·0148	0·0111	0·0088	0·0074	0·0063	0·0055	0·0049	0·0044
0·12	0·0155	0·0116	0·0093	0·0075	0·0066	0·0058	0·0052	0·0046
0·14	0·0162	0·0122	0·0097	0·0081	0·0069	0·0061	0·0054	0·0049
0·16	0·0171	0·0128	0·0102	0·0085	0·0073	0·0064	0·0057	0·0051
0·18	0·0180	0·0135	0·0108	0·0090	0·0077	0·0067	0·0060	0·0054
0·20	0·0185	0·0138	0·0111	0·0092	0·0079	0·0068	0·0062	0·0055
0·25	0·0202	0·0151	0·0121	0·0101	0·0086	0·0075	0·0067	0·0060
0·30	0·0222	0·0166	0·0133	0·0111	0·0095	0·0083	0·0074	0·0066
0·35	0·0246	0·0185	0·0148	0·0123	0·0105	0·0092	0·0082	0·0074
0·40	0·0266	0·0200	0·0160	0·0133	0·0114	0·0100	0·0088	0·0080
0·45	0·0277	0·0208	0·0166	0·0138	0·0119	0·0104	0·0092	0·0083
0·50	0·0303	0·0227	0·0181	0·0151	0·0129	0·0113	0·0101	0·0091
0·60	0·0333	0·0250	0·0200	0·0166	0·0142	0·0125	0·0111	0·0100
0·70	0·0370	0·0277	0·0222	0·0185	0·0158	0·0138	0·0123	0·0111
0·80	0·0416	0·0312	0·0250	0·0208	0·0178	0·0156	0·0138	0·0125
0·90	0·0444	0·0333	0·0266	0·0222	0·0190	0·0166	0·0148	0·0133
1·00	0·0512	0·0384	0·0307	0·0256	0·0219	0·0192	0·0170	0·0154
1·2	0·0555	0·0416	0·0333	0·0277	0·0239	0·0208	0·0195	0·0166
1·4	0·0666	0·0500	0·0400	0·0333	0·0285	0·0250	0·0222	0·0200
1·6	0·0740	0·0555	0·0444	0·0370	0·0317	0·0277	0·0247	0·0222
1·8	0·0833	0·0625	0·0500	0·0416	0·0357	0·0312	0·0277	0·0250
2·0	0·0952	0·0714	0·0571	0·0476	0·0408	0·0357	0·0317	0·0286
2·5	0·1111	0·0833	0·0666	0·0555	0·0476	0·0416	0·0370	0·0333
3·0	0·1333	0·1000	0·0800	0·0666	0·0571	0·0500	0·0444	0·0400
4·0	0·1666	0·1250	0·1000	0·0833	0·0714	0·0625	0·0555	0·0500
5·0	0·2222	0·1666	0·1333	0·1111	0·0952	0·0833	0·0740	0·0666
6—9	0·3333	0·2500	0·2000	0·1666	0·1428	0·1250	0·1111	0·1000
10—18	0·6666	0·5000	0·4000	0·3333	0·2857	0·2500	0·2222	0·2000

Tabelle XXXI.

Arbeitsaufwand bei dem Scheiter- und Dreiling-Transport mittelst Wägen und eines Gespannes Pferde (Pinzgauer Race).

Nach Mittheilungen der Forstdirection in Waidhofen an der Ybbs.

Länge der Lieferstrecke in km	Harte Dreiling oder Scheiter					Weiche Dreiling oder Scheiter				
	sehr günstige	günstige	mittelmäßige	ungünstige	sehr ungünstige	sehr günstige	günstige	mittelmäßige	ungünstige	sehr ungünstige
	Beschaffenheit des Weges									
	fm^3 die pro Tagschicht verführt werden können									
0·1— 0·2	136·5	121·3	106·2	91·0	75·8	159·3	144·1	128·9	113·8	98·6
0·2— 0·4	108·7	91·0	79·6	68·3	56·9	119·4	108·1	96·7	85·3	73·9
0·4— 0·6	73·9	65·7	57·5	49·3	41·1	86·3	78·1	69 8	61·6	53·4
0·6— 0·8	59·7	53·1	46·5	39·8	33·2	69·8	63·2	56·6	49·9	43·3
0·8— 1·0	51·2	45·5	39·8	34·1	28·4	59·7	54·0	48·3	42·7	37·0
1·0— 1·2	45·5	40·4	35·4	30·3	25·3	53·1	48·0	43·0	37·9	32·9
1·2— 1·4	39·8	35·4	31·0	26·5	22·1	46·5	42·0	37·6	33·2	28·8
1·4— 1·6	34·1	30·3	26·5	22·8	19·0	39·8	36·0	32·2	28·4	24·6
1·6— 1·8	28·4	25·3	22·1	19·0	15·8	33·2	30·0	26·9	23·7	20·5
1·8— 2·0	25·6	22·8	19·9	17·1	14·2	28 4	25·6	22·8	19·9	17·1
2·0— 2·4	22·8	20·2	17·7	15·2	12·6	25·3	22·8	20·2	17·7	15·2
2·4— 2·8	19·9	17·7	15·5	13·3	11·1	22·1	19·9	17·7	15·5	13·3
2·8— 3·2	14·2	15·2	13·3	11·4	9·5	19·0	17·1	15·2	13·3	11·4
3·2— 3·6	11·4	12·6	11·1	9·5	7·9	15·8	14·2	12·6	11·1	9·5
3·6— 4·2	8·5	10·1	8·8	7·6	6·3	12·6	11·4	10·1	8·8	7·6
4·2— 6·0	5·7	7·6	6·6	5·7	4·7	9·5	8·5	7·6	6·6	5·7
6·0— 9·0	5·7	5·1	4·4	3·8	3·2	6·3	5·7	5·1	4·4	3·8
9·0—16·0	2·8	2·5	2·2	1·9	1·6	3·2	2·8	2·5	2·2	1·9

Wird die Ueberführung mit schwächeren Landpferden oder Zugochsen ausgeführt, so sind die Ansätze dieser Tabelle mit 25% geringer zu bemessen.

Beim Wintertransport sind die Ansätze um 20% zu erhöhen.

Für das Auf- und Abladen sind bis zu einer Entfernung von 1·0 km zwei, hingegen bei Entfernungen von 1·0—4·2 km nur ein Arbeiter per Wagen zu rechnen.

Tabelle XXXII.

Arbeitsaufwand bei dem Lang- und Klotzholztransport mittelst Wägen und eines Gespanns Pferde (Pinzgauer Race).

Nach Mittheilungen der Forstdirection in Waidhofen an der Ybbs.

Länge der Lieferstrecke in Kilometern	Langholzüberführung mittelst Wägen mit Drehscheiben und Sturz					Klotzholzüberführung mit einfachen Holztransportwägen				
	sehr günstige	günstige	mittelmäßige	ungünstige	sehr ungünstige	sehr günstige	günstige	mittelmäßige	ungünstige	sehr ungünstige
	Beschaffenheit des Weges									
	fm³, die pro Tagschicht verführt werden können									
0·1— 0·2	303·3	273·0	227·5	170·0	91·0	227·5	204·8	174·4	128·9	68·2
0·2— 0·4	225·3	202·6	169·5	123·9	69·0	168·4	152·3	129·6	96·7	51·2
0·4— 0·6	160·2	144·7	120·7	87·8	48·3	126·1	108·4	92.9	68·9	36·0
0·6— 0.8	122·0	110·0	92·3	67·6	37·3	91·0	82·8	71·4	53·1	27·8
0·8— 1·0	96·1	87·0	72·7	53·7	29·4	71·7	65·1	56·2	42·0	22·1
1·0— 1·2	83·1	75·2	63·2	46·5	25·6	61·9	56·3	48·7	36·7	19·0
1 2— 1·4	70·1	63·8	53·4	42·7	21·5	52·5	47·7	41·4	31·0	16·4
1·4— 1·6	63·5	57·8	48·7	38·9	19·9	47·4	43·0	37·6	28·4	14·9
1·6— 1·8	57·0	51·8	43·6	32·2	17·7	42·0	38·9	33·8	25·6	13·3
1·8— 2·0	50·6	46·1	38·9	28·6	15·8	37·6	34·4	30·0	23·1	12·0
2·0— 2·4	44·2	40·4	34·1	25·3	13·9	32·9	30·3	26·5	20·2	10·7
2·4— 2·8	38·2	35·1	29·7	21·8	12·2	28·4	26·2	23·1	17·7	9·2
2·8— 3·2	32·2	29·7	25·0	18·6	10·1	24·0	22·1	19·6	14·9	7·9
3 2— 3·6	28·0	24·3	20·5	15·2	8·2	19·6	18·3	16·1	12·6	6·3
3·6— 4·2	20·9	19·3	16·4	12·0	6·6	15·5	14·5	12·6	9·8	5·1
4·2— 6·0	15·5	14·2	12·0	9·2	5·1	11·4	10·7	9·5	7·3	2·9
6·0— 9 0	10·1	9·5	7·9	6·0	3·2	7·6	7·0	6·3	4·7	2·5
9·0—16 0	5·0	4·7	3·8	2·8	1·6	3·8	3·5	3·2	2·5	1·3

Bei der Ueberführung von Holz in frisch gefälltem Zustande sind die Ansätze um 50% geringer anzunehmen.

Bei Klotzholztransport mit schwächeren Landpferden oder Zugochsen sind die Ansätze um 25% niedriger zu stellen.

Beim Wintertransport mit Schlitten sind die Ansätze um 25% zu erhöhen.

Zu je einem Gespann sind zwei Arbeiter (ein Fuhrmann und ein Sturzman zu rechnen.

Bis zur Entfernung von 1·0 km sind außerdem per Gespann zwei Arbeiter, Entfernungen von 1·0 bis 4·2 km nur ein Arbeiter zum Auf- und Abladen in Rechnu zu bringen.

Tabelle XXXIII.

Zur Berechnung der erforderlichen Schützenhöhe bei bekannter Schützenbreite und gegebener Druckhöhe im Klaushofe, wenn der Abfluß ununterbrochen 1 m³ per Secunde betragen soll.

Druckhöhe im Klaushofe in Metern	Schützenbreite in Metern (Ausflußbreite)							
	0·6	0·8	1·0	1·2	1·4	1·6	1·8	2·0
	erforderliche Schützenöffnung in Millimetern (Ausflußbreite)							
9·0	208	156	125	104	89	78	69	62
8·5	214	161	129	107	92	80	71	64
8·0	221	166	133	110	95	83	74	66
7·5	229	171	137	114	98	85	76	68
7·0	237	177	142	118	101	88	79	70
6·5	245	184	147	122	105	92	82	73
6·0	255	192	153	127	109	96	85	76
5·5	266	200	160	133	114	100	88	80
5·0	280	210	168	140	118	105	93	84
4·5	295	221	177	147	122	110	98	88
4·0	315	236	189	157	132	117	104	94
3·5	335	251	201	167	143	125	111	100
3·0	365	274	219	182	156	137	121	109
2·5	396	297	238	198	170	148	132	119
2·0	455	341	273	227	195	170	151	136
1·5	514	385	308	257	220	192	171	154

Beispiel: Wenn die Abflußmenge per Secunde nicht 1 m³, sondern 0·25 m³ betragen sollte, dann ist bei einer Druckhöhe von 6 m im Klaushofe und einer Schützenbreite von 1 m die Schützenöffnung — laut Tabelle — $153 \times 0{\cdot}25 = 38{\cdot}25$ mm.

Tabelle XXXIV.

Die Art des erforderlichen Materials und die nähere Bezeichnung der nothwendigen Arbeitsverrichtungen	Maß-einheit	Die Herstellung eines Staudendammes							
		als Uferschutzbau nach der Form Fig. 123, 15 m lang, 1 m breit und				als Triftbachregulirungsbau nach Form Fig. 124, 15 m lang, 1 m breit und			
		1 m		1·5 m		1 m		1·5 m	
		hoch erfordert an							
		Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit
Weidenstauden zu der Herstellung von 20—25 cm starken und 1 m langen Faschinen	rm³	10	.	15	.	10	.	15	.
2 m langes starkes Prügel- oder Mittelholz zu den 2 m langen Pfählen	„	1·0	.	1·0	.	2·0	.	2·0	.
Das Gewinnen und Beistellen von stärkeren Flechtstauden zu dem Verflechten der Pfähle, wobei die eingelegten Faschinen zum Theil unter sich, zum Theil auch mit den Pfählen verbunden und befestigt werden sollen	Tagschichten	.	0·5	.	0·5	.	1·0	.	2·0
Das Gewinnen und Zutragen der Weidenstauden, einschließlich des Bindens von 20—25 cm starken Faschinen erfordert	„	.	6·0	.	9·0	.	6·0	.	9·0
Für das Abebnen und Herrichten des Grundes, worauf der Staudendamm gestellt werden soll	„	.	1·5	.	1·5	.	1·5	.	1·5
Die Pfähle zuspitzen und in Entfernungen von 0·7 m, 0·5 m tief im Boden einschlagen erfordert per Stück 0·05 Tagschichten	„	.	1·1	.	1·1	.	2·2	.	2·2
Das Herstellen des Dammes, beziehungsweise das Legen der 20—25 cm starken Faschinen in drei, eventuell vier Lagen, das Ueberdecken der einzelnen Faschinenlagen mit Beschwerungsmaterial — Geschiebe, Kies oder Erde — in einer 15 cm dicken Schichte, das Verflechten der Faschinen mit 2—3 m langen Flechtstauden und das Abpflastern der Dammkrone mit größeren Klaubsteinen erfordert sammt Rüstung	„	.	9·0	.	13·5	.	12·5	.	18·0
Für die Hinterfüllung, beziehungsweise Anschüttung der Hohlräume zwischen dem Dammkörper und der Uferböschung	„	.	3·0	.	4·5	.	.	.	.
Gesammtarbeitsaufwand...	Tagschichten	.	21·10	.	30·10	.	23·2	.	32·70
Der laufende Meter erheischt demnach einen durchschnittlichen Arbeitsaufwand von...	„	.	1·40	.	2·00	.	1·55	.	2 18

Tabelle XXXV.

Die Art des erforderlichen Materials und die nähere Bezeichnung der nothwendigen Arbeitsverrichtungen	Art der Maßeinheit	Eine 15 m lange und									
		1 m		1¼ m		1½ m		1¾ m		2 m	
		hohe Plankenwehr herzustellen, erfordert									
		Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit
Kleine Baustämme à 0·8 fm³ zu den 8 Stück Piloten	Stück	1	.	1⅕	.	1⅓	.	1½	.	2	.
Pfosten zu der Plankenherstellung à 5 m lang, 50—80 cm dick und 0·25 cm im Mittel breit	„	12	.	15	.	18	.	21	.	24	.
Eiserne Nägel zur Befestigung der Pfosten an den Piloten	„	32	.	40	.	48	.	56	.	64	.
Eiserne Pilotenschuhe sammt den hiezu erforderlichen Nägeln	„	8	.	8	.	8	.	8	.	8	.
Die Baustämme zu 8 Stück 2—3½ m langen Piloten zerschneiden, die letzteren spitzen, beschuhen und mit dem Hand- oder Bogenschlägel 1—1½ m tief im Boden einschlagen	Tagschichten	.	16	.	18	.	20	.	22	.	24
Die Pfosten herrichten und an die Piloten annageln, sammt dem Eindecken der am Kopfe schief abgeschnittenen Piloten zum Schutze gegen eindringende Nässe	„	.	5	.	6	.	8	.	9	.	10
Summe	Tagschichten	.	21	.	24	.	28	.	31	.	34
Der laufende Meter erheischt somit einen Arbeitsaufwand von	„	.	1·40	.	1·60	.	1·86	.	2·06	.	2·26

Tabelle XXXVI.

Die Art des erforderlichen Materials und die nähere Bezeichnung der nothwendigen Arbeitsverrichtungen	Maß-einheit	Ein 15 m langes und									
		4		5		6		7		8	
		Ring hohes Halbbaumwehr herzustellen erfordert an									
		Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit
Mittlere Lärchenstämme à 1·0 fm³ zu den Piloten	Stück	1½	.	1½	.	1½	.	1½	.	1½	.
„ „ à 1·0 „ „ „ Halbbäumen	„	2	.	2½	.	3	.	3½	.	4	.
40—50 cm dicke und 6 m lange Bretter zu der Ueberdachung des obersten Wandbaumes und der Piloten	„	2½	.	2½	.	2½	.	2½	.	2½	.
Eiserne Dielnägel zum Festigen der Wandbäume an die Piloten	„	24	.	30	.	36	.	42	.	48	.
Pilotenschuhe sammt Nägeln à 3—4 kg schwer	„	6	.	6	.	6	.	6	.	6	.
Die Lärchenbaustämme zu 6 Stück 3—4 m langen Piloten aufschneiden, dieselben sodann bezimmern, spitzen, anschuhen und mittelst einer Schlagmaschine 1½—2 m tief im Grund einschlagen, einschließlich der erforderlichen Gerüstherstellung und Uebertragung des Schlagwerkes	Tagschichten	.	12	.	12	.	12	.	12	.	12
Die Baustämme für die Wandung zu 5 m langen Halbbäumen aufschneiden, per 5 m langen Wandbaum 0·16 Tagschicht	„	.	1·92	.	2·40	.	2·88	.	3·36	.	3·84
Die erzeugten Halbbäume an die Piloten als Wandbäume anlegen, festnageln und den obersten Wandbaum mit einem Schutzbrette, desgleichen die am Kopf schief abgeschnittenen Piloten mit kleinen Bretterstücken überdachen	„	.	4·0	.	5·0	.	6·0	.	7·0	.	8·0
Summe...	Tagschichten	.	17·92	.	19·4	.	20·88	.	22·36	.	23·86
Es entfällt daher für den laufenden Meter ein Arbeitserforderniß	„	.	1·19	.	1·29	.	1·39	.	1·49	.	1·59

Tabelle XXXVII.

Die Art des erforderlichen Materials und die nähere Bezeichnung der nothwendigen Arbeitsverrichtungen	Maß-einheit	Ein 15 m langes und											
		3		4		5		6		7		8	
		Ring hohes Bock- oder Schragenwehr herstellen erfordert an											
		Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit
Mittlere Baustämme zu den Böcken oder Schragen à 1 fm³	Stück	1	.	2	.	2½	.	3	.	3½	.	4	.
Kleine Baustämme zu den Wandbäumen 0·8 fm³	„	3	.	4	.	5	.	6	.	7	.	8	.
„ Stangen für den Schwerboden	„	36	.	36	.	36	.	36	.	36	.	36	.
Lärchenscheitholz zu den Wehrnägeln, wobei 0·05 fm³ auf 7 Stück gerechnet werden	fm³	0·15	.	0·20	.	0·25	.	0·30	.	0·35	.	0·40	.
Klaubsteine als Ausfüllmaterial	„	8	.	12	.	16	.	20	.	24	.	28	.
Grundaushebung für die Juschlösser und den untersten Wandbaum 15 m lang, 0·36 m breit und 0·4 m tief unter die Normalsohle	Tagschichten	.	2·0	.	2·0	.	2·0	.	2·0	.	2·0	.	2·0
Die mittleren Baustämme bei der 3 Ring hohen Wehr zu 5, bei den übrigen zu 6 Böcken verarbeiten, diese sodann zusammenfügen, aufstellen und bei der 3 Ring hohen 0·4 m, bei der 4 Ring hohen 0·5, bei der 5 Ring hohen 0·6, bei der 6 Ring hohen 0·7, bei der 7 Ring hohen 0·8, bei der 8 Ring hohen 0·9 m tief im Boden einsetzen	„	.	5·0	.	6·0	.	7·0	.	9·0	.	11·0	.	12·0
Die kleinen Baustämme zu den Wandbäumen aufschneiden, herrichten, auf die Böcke auflegen und befestigen, einschließlich des Zurichtens und Einzapfens der 5, beziehungsweise 6 Juschlösser	„	.	9·0	.	12·0	.	15·0	.	18·0	.	21·0	.	24·0
Die Anfertigung der Wehrnägel erfordert à Stück 0·02 Tagschicht	„	.	0·40	.	0·60	.	0·72	.	0·84	.	0·96	.	1·08
Das Zurichten und Legen des Schwerbodens à Stange 0·02 Tagschicht	„	.	0·72	.	0·72	.	0·72	.	0·72	.	0·72	.	0·72
Die Herstellung der Hinterfüllung, einschließlich des Sammelns und Beitragens der erforderlichen Klaubsteine auf eine mittlere Entfernung von 20 m	„	.	4·0	.	6·0	.	8·0	.	10·0	.	12·0	.	14·0
Summe	Tagschichten	.	21·12	.	27·32	.	33·44	.	40·56	.	47·68	.	53·80
Es entfällt daher für den laufenden Meter ein Arbeitserforderniß von	„	.	1·408	.	1·821	.	2·229	.	2·704	.	3·178	.	3·586

Tabelle XXXVIII.

Die Art des erforderlichen Materials und die nähere Bezeichnung der nothwendigen Arbeitsverrichtungen	Maß-einheit	Ein 15m langes, 2m breites, 3 Ring hohes einfaches Wehr erfordert an															
		3		4		5		6		7		8		9		10	
		Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit
Mittlere Baumstämme à 1 fm³ zu den Wandbäumen	Stück	3	.	4	.	5	.	6	.	7	.	8	.	9	.	10	.
Kleine Baumstämme à 0·8 fm³ zu den Inschlössern oder Zangen, wobei 7 Stück Inschlösser auf je einen Ring, mit Ausschluß des obersten Ringes, gerechnet werden	„	2	.	3	.	4	.	5	.	6	.	7	.	8	.	9	.
Stangen zu der Legung des Schwerbodens	„	36	.	36	.	36	.	36	.	36	.	36	.	36	.	36	.
Lärchenscheitholz zu Wehrnägeln, wobei 0·05 rm³ zu der Anfertigung von 7 Nägeln und für ein Inschloß ein Nagel gerechnet wird	rm³	0·10	.	0·15	.	0·20	.	0·25	.	0·30	.	0·35	.	0·40	.	0·45	.
Klaubsteine als Ausfüllmaterial	fm³	8	.	14	.	14	.	17	.	20	.	23	.	26	.	29	.
Das Ausheben des Grundes für den untersten Wandbaum, 15 m lang, 0·36 m breit und 0·4 m tief unter der Normalsohle und für die Inschlösser	Tagschichten	.	2·0	.	2·3	.	2·6	.	2·9	.	3·2	.	3·5	.	3·8	.	4·1
Das Abzimmern, Zurichten und Aufstellen der 15 m langen Wandbäume per laufenden Meter 0·2 Tagschicht	„	.	9·0	.	12·0	.	15·0	.	18·0	.	21·0	.	24·0	.	27·0	.	30·0
Für das Abschneiden und Einzapfen der 2 m langen Inschlösser per laufenden Meter 0·2 Tagschichten	„	.	5·6	.	8·4	.	11·2	.	14·0	.	16·8	.	19·6	.	22·4	.	25·2
Für die Anfertigung der Wehrnägel per Stück 0·02 Tagschicht	„	.	0·28	.	0·42	.	0·56	.	0·70	.	0·84	.	0·98	.	1·12	.	1·26
Das Herrichten, Legen und Befestigen des Schwerbodens	„	.	0·72	.	0·72	.	0·72	.	0·72	.	0·72	.	0·72	.	0·72	.	0·72
Aufwand für das Sammeln der erforderlichen Schwersteine, einschließlich des Arbeitserfordernisses für die Herstellung der Hinterfüllung per rm³ 0·5 Tagschicht	„	.	4·0	.	5·5	.	7·0	.	8·5	.	10·0	.	11·5	.	13·0	.	14·5
Summe...	Tagschichten	.	21·60	.	29·34	.	37·08	.	44·82	.	52·56	.	60·30	.	68·04	.	75·78
Es entfällt daher für den laufenden Meter ein Arbeitserforderniß von	„	.	1·44	.	1·95	.	2·47	.	2·98	.	3·50	.	4·02	.	4·53	.	5·05

Tabelle XXXIX.

Die Art des erforderlichen Materials und die nähere Bezeichnung der nothwendigen Arbeitsverrichtung	Maßeinheit	Ein 15 m langes, 2 m breites Ring hohes Doppelwehr herzustellen, erfordert an															
		3		4		5		6		7		8		9		10	
		Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit
Mittlere Baustämme à 1·0 fm³ zu der vorderen Wand	Stück	3	.	4	.	5	.	6	.	7	.	8	.	9	.	10	.
Kleine Baustämme à 0·8 fm³ zu der Rückwand	„	2	.	3	.	4	.	5	.	6	.	7	.	8	.	9	.
Kleine Baustämme zu den Zangen oder Inschlösser, wobei per Stamm 7 Stück gerechnet werden	„	2	.	3	.	4	.	5	.	6	.	7	.	8	.	9	.
Mittlere Stangen zu dem Schwerboden	„	20	.	20	.	20	.	20	.	20	.	20	.	20	.	20	.
Lärchenscheitholz zu den Wehrnägeln, wobei 0·05 rm³ zu der Anfertigung von 7 Stück Wehrnägeln und für ein Inschloß 2 Wehrnägeln gerechnet werden	rm³	0·20	.	0·30	.	0·40	.	0·50	.	0·60	.	0·70	.	0·80	.	0·90	.
Klaubsteine als Ausfüllmaterial	„	14	.	22	.	30	.	38	.	46	.	54	.	62	.	70	.
Grundaushebung 15 m lang, 2 m breit und 0·5 m tief, gleich 15 m³ à 0·6 Tagschicht	Tagschichten	.	9	.	9	.	9	.	9	.	9	.	9	.	9	.	9
Die Baustämme zu der Wasser- und Rückwand, wobei die erstere stets um eine Ringlage höher ausgeführt wird, verzimmern, die Inschlösser, 7 Stück per einen Ring, mit Ausschluß des obersten Wandbaumes, an der Vorderwand auf eine Länge von 2 m zuschneiden, diese sodann in die Wandbäume einlassen und mit denselben durch je zwei Wehrnägel per Inschloß festigen, erfordert per Currentmeter verzimmertes Holz 0·20 Tagschicht	„	.	20·6	.	29·4	.	38·2	.	47·0	.	55·8	.	64·6	.	73·4	.	82·2
Das Anfertigen der 60 cm langen und 4 cm dicken Wehrnägel erfordert à Stück 0·02 Tagschicht	„	.	0·56	.	0·84	.	1·12	.	1·40	.	1·68	.	1·96	.	2·24	.	2·52
Das Legen und Befestigen des Schwerbodens	„	.	2·0	.	2·0	.	2·0	.	2·0	.	2·0	.	2·0	.	2·0	.	2·0
Die Klaubsteine auf einer verglichenen Entfernung von 40 m sammeln und damit den inneren Raum der Wehr fest ausfüllen, erfordert per m³ 0·8 Tagschicht	„	.	11·2	.	17·6	.	24·0	.	30·4	.	36·8	.	43·2	.	49·6	.	56·0
Summe...	Tagschichten	.	43·36	.	58·84	.	74·32	.	89·80	.	105·28	.	120·76	.	136·24	.	151·72
Es entfällt daher für den laufenden Meter ein Arbeitserforderniß von	„	.	2·89	.	3·92	.	4·95	.	5·98	.	7·01	.	8·05	.	9·08	.	10·11

Tabelle XL.

Die Art des erforderlichen Materials und die nähere Bezeichnung der nothwendigen Arbeitsverrichtungen	Maß-einheit	Einen 15 m langen Uferschutzbau aus behauenen Steinen (Quadern) in der Höhe von									
		1 m		1½ m		2 m		2½ m		3 m	
		ohne Rost oder Unterbau herzustellen erfordert an									
		Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit
Behauene Steine (Quadern) einschließlich eines Ueberformungscalos von 3%	m²	15·5	.	23·2	.	30·9	.	38·6	.	46·4	.
Bruch- oder Klaubsteine zur Hinterfüllung der Quadermauer	m³	7·5	.	11·25	.	15·0	.	18·75	.	22·5	.
Abgraben und Ausgleichen der Uferböschung einschließlich einer den Bodenverhältnissen entsprechenden Grundaushebung 8—12 m³ à 0·6 Tagschicht	Tagschichten	.	4·8	.	5·4	.	6·0	.	6·6	.	7·2
Die erforderlichen Quadern aus entsprechenden Bruchsteinen durch ein fünfseitiges Behauen derselben erzeugen, per m² fertige Quadern 5 Tagschichten*	„	.	77·5	.	116·0	.	154·5	.	193·0	.	232·0
Für das Herstellen der Quadermauer, wobei die Stoß- und Lagerseiten der Quadern wiederholt überarbeitet werden müssen, desgleichen für das Scarpiren der Stirnseite entsprechend per m²:											
2 Steinarbeiterschichten	„	.	31·0	.	46·4	.	61·8	.	77·2	.	92·8
½ Handlangerschichte	„	.	7·75	.	11·6	.	15·45	.	19·3	.	23·2
Die Herstellung der Hintermauerung mit Bruchsteinen in einer Länge von 15 m, einer Höhe von 1—3 m und einer verglichenen Stärke von 0·5 m, daher in einem Ausmaße von 7·5—22·5 m³, erfordert einschließlich des Sammelns und Zuschaffens des nothwendigen Füllmaterials auf eine verglichene Entfernung von 40 m per m³ 1·0 Tagschicht	„	.	7·5	.	11·25	.	15·0	.	18·75	.	22·5
Gesammtaufwand...	Tagschichten	.	128·05	.	190·65	.	252·75	.	314·85	.	377·7
* Da das Erzeugen von 1 m² Quadersteine mit Rücksicht auf die Härte und sonstige Beschaffenheit der Steine zwischen 3 und 5 Tagschichten schwanken kann, so stellt sich das durchschnittliche Erforderniß für den laufenden Meter Schutzbau bei einem Quadersteinerzeugungsaufwand von 5 Tagschichten	„	.	8·566	.	12·710	.	16·850	.	20·990	.	25·180
„ 4 „	„	.	7·53[illegible]	.	11·160	.	14·790	.	18·42[illegible]	.	22·090
„ 3 „	„	.	6·506	.	9·610	.	12·710	.	15·850	.	19·000

Tabelle XLI.

Die Art des erforderlichen Materials und die nähere Bezeichnung der nothwendigen Arbeitsverrichtung	Maß-einheit	Ein 15 m langer Uferschutzbau aus behauenen Steinen (Quadern) auf einem liegenden Roste									
		1 m		1½ m		2 m		2½ m		3 m	
		hoch herstellen erfordert an									
		Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit
Behauene Steine (Quadern) einschließlich eines Ueberformungscalos von 3%	m³	15·5	.	23 2	.	30·9	.	38·6	.	46 4	.
Bruch- oder Klaubsteine für die Hintermauerung der Quadermauer und Ausp flasterung des Rostes	m³	10·0	.	13·75	.	17·5	.	21·25	.	25·0	.
Große Baustämme (Lärchen) à 1·5 fm³ zu den 2 Grundbäumen	Stück	2	.	2	.	2	.	2	.	2	.
Mittlere „ „ à 1·0 fm³ „ „ 7 Stück 1·2 m langen Quer- oder Verbindungshölzern	„	0·5	.	0·5	.	0·5	.	0·5	.	0·5	.
Eiserne Nägel à 1 kg schwer	„	14	.	14	.	14	.	14	.	14	.
„ Klammern à 1 kg schwer	„	5	.	5	.	5	.	5	.	5	.
Grundgrabung 15 m lang, 1·2 m breit, 0·5—1·0 m tief, einschließlich der erforderlichen Abgrabung und Ausgleichung der Uferböschung 10—18 m³ à 0·6 Tagschicht	Tagschichten	.	6·0	.	7·2	.	8·4	.	9·6	.	10·8
Die großen Baustämme zu 2 Stück 15 m langen Grundschwellen abzuschneiden und an zwei Seiten zu bezimmern, erfordert per Currentmeter 0·1 Tagschicht	„	.	3·0	.	3·0	.	3·0	.	3·0	.	3·0
Die mittleren Baustämme zu 7 Stück 1·2 m langen Querhölzern zerschneiden, diese sodann zweiseitig bezimmern à Currentmeter 0·1 Tagschicht	„	.	0·84	.	0·84	.	0·84	.	0·84	.	0·84
Die Grundbäume legen, mit den Querhölzern verbinden und festigen und sodann den Raum zwischen den Grundbäumen und Querhölzern mit Bruch- und Klaubsteinen auspflastern	„	.	15·0	.	15·0	.	15·0	.	15·0	.	15·0
Die erforderlichen Quadern aus Bruchsteinen erzeugen, per m² 5 Tagschichten*	„	.	77·5	.	116·0	.	154·5	.	193·0	.	232·0
Herstellung der Quadermauerung einschließlich der erforderlichen Zurichtung und Ueberformung der Quadern per m² 2 Steinarbeiterschichten	„	.	31·0	.	46·4	.	61·8	.	77·2	.	92·8
½ Handlangerschichte	„	.	7·75	.	11·6	.	15·45	.	19·3	.	23·2
Die Hintermauerung mit Bruchsteinen in einer Länge von 15 m, einer Höhe von 1—3 m und einer verglichenen Stärke von 0·5 m, daher in einem Ausmaße von 7·5—22·5 m³ erfordert à m³ 1·0 Tagschicht	„	.	7·5	.	11·25	.	15·0	.	18·75	.	22·5
Gesammtaufwand	Tagschichten	.	148·59	.	211·29	.	273·99	.	336·69	.	400·14
* Da das Erzeugen von 1 m³ Quaderstein mit Rücksicht auf die Härte und sonstige Beschaffenheit der Steine zwischen 3 und 5 Tagschichten schwanken kann, so stellt sich das durchschnittliche Erforderniß für den laufenden Meter Schutzbau bei einem Quaderstein-Erzeugungsaufwand von 5 Tagschichten	„	.	9·906	.	14·086	.	18·266	.	22·446	.	26·676
„ „ „ „ „ 4 „	„	.	8·876	.	12·536	.	16·206	.	19·876	.	23·586
„ „ „ „ „ 3 „	„	.	7·846	.	10·986	.	14 146	.	17·306	.	20·496

Tabelle XLII.

Die Art des erforderlichen Materials und die nähere Bezeichnung der nothwendigen Arbeitsverrichtung	Maß-einheit	Einen 15 m langen Uferschutzbau aus behauenen Steinen (Quadern) auf einem stehenden Rost									
		1 m		1½ m		2 m		2½ m		3 m	
		hoch herstellen, erfordert an									
		Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit
Behauene Steine (Quadern) einschließlich eines Ueberformungscalos von 3%	m^2	15·5	.	23·2	.	30·9	.	38·6	.	46·4	.
Bruch- und Klaubsteine für die Hintermauerung und zu der Auspflasterung des Rostes	m^3	10·0	.	13·75	.	17·5	.	21·25	.	25·0	.
Große Baustämme (Lärchen) à 1·5 fm^3 zu den 2 Grundbäumen	Stück	2	.	2	.	2	.	2	.	2	.
Mittlere Baustämme (Lärchen) à 1·0 fm^3 zu den 15 Stück Piloten	„	2	.	2	.	2	.	2	.	2	.
Pilotenschuhe sammt den hiezu erforderlichen Nägeln à 2½ kg schwer	„	15	.	15	.	15	.	15	.	15	.
0·3 m lange Eisennägel zu dem Befestigen der Grundbäume auf die Piloten	„	15	.	15	.	15	.	15	.	15	.
0·4 m lange Klammern	„	7	.	7	.	7	.	7	.	7	.
Die Grundgrabung, 15 m lang, 1 m breit und 0·3 m tief, daher 7 m^3, erfordert per Cubikmeter einen Arbeitsaufwand von 0·6 Tagschicht	Tagschichten	.	4·5	.	4·5	.	4·5	.	4·5	.	4·5
Die großen Baustämme zu 2 Stück 15 m langen Grundschwellen abschneiden, dieselben sodann an zwei Seiten roh bezimmern, per Currentmeter 0·1 Tagschicht	„	.	3	.	3	.	3	.	3	.	3
Die mittleren Baustämme zu 15 Stück 2 m langen Piloten zerschneiden, diese sodann zuspitzen, beschuhen und kranzen à 0·2 Tagschicht	„	.	3	.	3	.	3	.	3	.	3

Die 15 Stück Piloten mit der Schlagmaschine 2 m tief einschlagen, einschließlich der Ueberstellung der Rüstung für das Schlagwerk à 2 Tagschichten	„	.	30	.	30	.	30	.	30	. 30
Die 15 Stück Piloten mit der Pilotensäge im gleichen Niveau über dem Grund abschneiden à 0·2 Tagschicht	„	.	3	.	3	.	3	.	3	. 3
Die 2 Grundbäume legen, auf die Piloten aufzapfen und mit den Nägeln annageln, sodann den Raum zwischen den Grundbäumen mit Klaub- und Bruchsteinen auspflastern	„	.	10	.	10	.	10	.	10	. 10
Die erforderlichen Quadern aus Bruchsteinen erzeugen, per Quadratmeter 5 Tagschichten *	„	.	77·5	.	116·0	.	154·5	.	193·0	. 232·0
Für die Herstellung der Quadermauerung, einschließlich des erforderlichen Zurichtens und Ueberformens der Quadern per Quadratmeter:										
2 Steinarbeiterschichten	„	.	31·0	.	46·4	.	61·8	.	77·2	. 92·8
½ Handlangerschichte	„	.	7·75	.	11·6	.	15·45	.	19·3	. 23·2
Die Hintermauerung mit Klaub- und Bruchsteinen in einer Länge von 15 m, einer Höhe von 1—3 m und einer verglichenen Stärke von 0·5 m, daher einem Ausmaße von 7·5—22·5 m³, erfordert à Cubikmeter 1·0 Tagschicht	„	.	7·5	.	11·25	.	15·0	.	18·75	. 22·5
Gesammtaufwand	Tagschichten	.	177·25	.	238·75	.	300·25	.	361·75	. 424·0

* Da das Erzeugen von 1 m³ Quadersteinen mit Rücksicht auf die Härte und sonstige Beschaffenheit der Steine zwischen 3 und 5 Tagschichten schwanken kann, so stellt sich das durchschnittliche Erforderniß für den laufenden Meter Schutzbau bei einem Quadersteinerzeugungsaufwand:

von 5 Tagschichten	„	.	11·81	.	15·92	.	20·016	.	14·116	. 28·266
„ 4 „	„	.	10·78	.	14·37	.	17·95	.	21·54	. 25·17
„ 3 „	„	.	9·75	.	12·82	.	15·89	.	18·97	. 22·08

Tabelle XLIII.

Art des Uferschutzbaues	Maßeinheit	Arbeitsaufwand		Materialerforderniß													
		von	bis	Quadersteine	Bruchsteine	Klaub-Bachsteine und Geschiebe	Bauholz	Werkholz	Brennholz	Faschinenmaterial	Eisennägel	Eisenklammern	Pilotenschuhe	6 m lange 5—8 cm dicke Pfosten	6 m lange 4—5 cm starke Bretter	Stangen
		Tagschichten		m²	m³				rm³		Stück					
Flechtzäune mit Geschiebehinterfüllung, 1 m hoch	m	0·4	0·6	.	.	.	.	.	.	0·1	.	.	.	.	.	0·26
Packwerk als Uferschutz	„	1·0	1·2	.	.	0·5	0·12	.	.	.	.	.	.	.	.	0·5
Sinkwalzen aus Faschinen	„	0·3	0·4	.	.	.	.	.	.	0·6	0·11	(Kg. Draht)		.	.	.
Staudendämme als Uferschutz, 1 m hoch	„	1·3	1·5	.	.	.	.	.	0·067	0·667	.	.	.	.	.	.
„ „ „ 1½ m „	„	1·9	2·1	.	.	.	.	.	0·067	1·000	.	.	.	.	.	.
„ „ Triftbachregulirungsbau, 1 m hoch	„	1·5	1·7	.	.	.	.	.	0·133	0·667	.	.	.	.	.	.
„ „ „ 1½ m „	„	2·1	2·3	.	.	.	.	.	0·133	1·000	.	.	.	.	.	.
Rauhbäume, 7—10 m lang, mäßige Uferhöhe	Stück	.	1·0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
„ 7—10 „ „ 1·0—1·5 m hohe Ufer	„	.	1·75	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
„ 7—10 „ „ 1·5—3·0 „ „ „	„	.	2·3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
„ 7—10 „ „ mit einer 0·7 m hohen, 1·0 m breiten Steinbeschwerung, einschließlich der Bruchsteingewinnung	„	.	12·0	.	5·0	.	0·15	.	.	2·0	.	.	.	.	.	0·2
Bürstenwehr, 2 m hoch	m	0·6	0·9	.	.	.	0·194	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Versteift. s Bürstenwehr	„	0·65	1·0	.	.	.	0·234	0·02	.	.	.	.	.	.	.	.
Plankenwehr 1 m hoch	„	1·3	1·5	.	.	.	0·053	.	.	.	2·133	.	0·533	0·8	.	.
„ 1¼ m hoch	„	1·5	1·7	.	.	.	0·064	.	.	.	2·666	.	0·533	1·0	.	.
„ 1½ „ „	„	1·8	2·0	.	.	.	0·071	.	.	.	3·200	.	0·533	1·2	.	.
„ 1¾ „ „	„	2·0	2·2	.	.	.	0·080	.	.	.	3·733	.	0·533	1·4	.	.
„ 2 „ „	„	2·1	2·3	.	.	.	0·106	.	.	.	4·266	.	0·533	1·6	.	.
Halbbaumwehr, 4 Ring, circa 1 m hoch	„	1·1	1·3	.	.	.	0·186	.	.	.	1·600	.	0·400	.	1·0	.
„ 5 „ „ 1¼ m hoch	„	1·2	1·4	.	.	.	0·213	.	.	.	2·000	.	0·400	.	1·0	.
„ 6 „ „ 1½ „ „	„	1·3	1·5	.	.	.	0·240	.	.	.	2·400	.	0·400	.	1·0	.
„ 7 „ „ 1¾ „ „	„	1·4	1·6	.	.	.	0·266	.	.	.	2·800	.	0·400	.	1·0	.
„ 8 „ „ 2 „ „	„	1·5	1·7	.	.	.	0·293	.	.	.	3·200	.	0·400	.	1·0	.
Bock- oder Schragenwehr, 3 Ring, circa ¾ m hoch	„	1·2	1·6	.	.	0·533	0·227	0·010	.	.	.	.	.	.	.	2·4
„ „ „ 4 „ „ 1 „ „	„	1·6	2·0	.	.	0·800	0·347	0·013	.	.	.	.	.	.	.	2·4
„ „ „ 5 „ „ 1¼ „ „	„	2·0	2·4	.	.	1·066	0·433	0·016	.	.	.	.	.	.	.	2·4
„ „ „ 6 „ „ 1½ „ „	„	2·5	2·9	.	.	1·333	0·520	0·020	.	.	.	.	.	.	.	2·4

" " "	7	"	"	$1^3/_4$	"	" ...	"	3·0	3·4	.	.	1·600	0·607	0·023	.	.	.	.	.	.	.	.	2·4
" " "	8	"	"	2	"	" ...	"	3·4	3·8	.	.	1·866	0·693	0·026	.	.	.	.	.	.	.	.	2·4
Einfache Holzwehr (Bergwehr),	3	Ring,	circa	$^3/_4$	m	hoch	"	1·4	1·8	.	.	0·533	0·306	0·006	.	.	.	.	.	.	.	.	2·4
" " "	4	"	"	1	"	"	"	1·9	2·4	.	.	0·733	0·426	0·010	.	.	.	.	.	.	.	.	2·4
" " "	5	"	"	$1^1/_4$	"	"	"	2·4	3·1	.	.	0·933	0·546	0·013	.	.	.	.	.	.	.	.	2·4
" " "	6	"	"	$1^1/_2$	"	"	"	2·9	3·7	.	.	1·133	0·666	0·016	.	.	.	.	.	.	.	.	2·4
" " "	7	"	"	$1^3/_4$	"	"	"	3·5	4·4	.	.	1·333	0·786	0·020	.	.	.	.	.	.	.	.	2·4
" " "	8	"	"	2	"	"	"	4·0	5·0	.	.	1·533	0·906	0·023	.	.	.	.	.	.	.	.	2·4
" " "	9	"	"	$2^1/_4$	"	"	"	4·5	5·7	.	.	1·733	1·026	0·026	.	.	.	.	.	.	.	.	2·4
" " "	10	"	"	$2^1/_2$	"	"	"	5·0	6·4	.	.	1·933	1·146	0·030	.	.	.	.	.	.	.	.	2·4
Doppel- oder Kastenwehr,	3	Ring,	circa	$^3/_4$	m	hoch ...	"	2·8	3·4	.	.	0·933	0·412	0·013	.	.	.	.	.	.	.	.	1·333
" " "	4	"	"	1	"	" ...	"	3·9	4·7	.	.	1·466	0·586	0·020	.	.	.	.	.	.	.	.	1·333
" " "	5	"	"	$1^1/_4$	"	" ...	"	4·9	5·9	.	.	2·000	0·759	0·026	.	.	.	.	.	.	.	.	1·333
" " "	6	"	"	$1^1/_2$	"	" ...	"	5·9	7·2	.	.	2·533	0·932	0·033	.	.	.	.	.	.	.	.	1·333
" " "	7	"	"	$1^3/_4$	"	" ...	"	7·0	8·5	.	.	3·066	1·106	0·040	.	.	.	.	.	.	.	.	1·333
" " "	8	"	"	2	"	" ...	"	8·0	9·8	.	.	3·600	1·279	0·046	.	.	.	.	.	.	.	.	1·333
" " "	9	"	"	$2^1/_4$	"	" ...	"	9·0	11·1	.	.	4·133	1·452	0 053	.	.	.	.	.	.	.	.	1·333
" " "	10	"	"	$2^1/_2$	"	" ...	"	10·0	12·4	.	.	4·666	1·626	0·060	.	.	.	.	.	.	.	.	1·333
Steinwurf ohne Lagerung der Steine, 1 m breit, 1 m hoch							"	0·3	0·4	.	1·000	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
" mit " " " " 1 " " 1 " "							"	0·4	0·5	.	1·167	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
" nach Profil und gepflasteter Oberfläche erfordert							m^3	0·5	0·7	.	.	1·17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Steindamm mit Faschineneinlagen auf einem pilotirten Grundbaume, 1·5 m hoch und im Mittel 1·5 m breit							m	3·7	4·0	.	.	2·000	0·100	.	.	0·500	0·500	.	.	.	.	.	.
Der liegende Rost 1 m breit							"	1·6	2·0	.	.	0·200	0·233	.	.	.	0·933	0·333	.	.	.	.	.
Der stehende Rost mit einem Kappbaume und einer 3 m breiten und 0·7 m tief gelegten Faschinenunterbettung							"	2·1	2·3	.	.	.	0·206	.	.	0·693	.	.	0·500	.	.	0·666	
Der stehende Rost mit einem Kappbaume und einer 3 m breiten und 1 m tief gelegten Faschinenunterbettung							"	2·4	2·6	.	.	.	0·206	.	.	0·693	.	.	0·500	.	.	0·666	
Der stehende Rost mit einem Kappbaume und einer $1^1/_4$ m breiten und 0·7 m tief gelegten Faschinenunterbettung							"	1·9	2·1	.	.	.	0·180	.	.	0·346	.	.	0·500	.	.	0·333	
Der stehende Rost mit einem pilotirten Grundbaum ohne Faschinenbettung							"	0·8	0·9	.	.	.	0·133	.	.	.	.	.	0·500	.	.	.	
Der stehende Rost mit zwei pilotirten Grundbäumen ohne Faschinenbettung							"	3·0	4·0	.	.	0·200	0·333	.	.	.	1·000	0·466	1·000	.	.	.	
Kiesdämme mit gepflasterter Böschung und einem Rost, wie in der drittvorhergehenden Post ausgeführt, und einer durchschnittlichen Hinterfüllung von 0·5 m^3 auf einen m^2 Pflasterung, doch ohne den Arbeitsaufwand für die Gewinnung und Beilieferung der Bruchsteine mit einer Pflasterhöhe von 2 m							"	3·0	3·5	.	0·700	1·000	0·180	.	.	0·346	.	.	0·500	.	.	0·333	
detto mit einer Pflasterhöhe von 3 m ...							"	3·5	4·2	.	1·050	1·500	0·180	.	.	0·346	.	.	0·500	.	.	0·333	
detto " " " " 4 " ...							"	4 1	4·9	.	1·400	2·000	0·180	.	.	0·346	.	.	0·500	.	.	0·333	
detto " " " " 5 " ...							"	4·6	5·6	.	1·750	2·000	0·180	.	.	0·346	.	.	0·500	.	.	0·333	
detto " " " " 6 " ...							"	5·2	6·3	.	2·100	3·000	0.180	.	.	0·346	.	.	0·500	.	.	0·333	

Fortsetzung von Tabelle XLIII.

Art des Uferschutzbaues	Maßeinheit	Arbeitsaufwand von	Arbeitsaufwand bis	Materialerforderniß: Quadersteine	Bruchsteine	Klaub-, Bachsteine und Geschiebe	Bauholz	Werkholz	Brennholz	Faschinenmaterial	Eisennägel	Eisenklammern	Pilotenschuhe	6 m lange: 5—8 cm dicke Pfosten	6 m lange: 4–5 cm starke Bretter	Stangen
		Tagschichten		m³					rm³		Stück					
Quaderwerk ohne Rost* 1 m hoch	m	7·8	8·8	1·033	0·500	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
" " " 1½ m hoch	"	12·0	13·2	1·546	0·750	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
" " " 2 " "	"	15·8	17·2	2·060	1·000	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
" " " 2½ " "	"	19·6	21·2	2·573	1·250	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
" " " 3 " "	"	23·2	25·2	3·093	1·500	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
" mit liegendem Rost, 1 m hoch	"	9·0	10·2	1·033	0·500	0·166	0·233	.	.	.	0·933	0·333	.	.	.	.
" " " " 1½ m hoch	"	12·7	14·2	1·546	0·750	0·166	0·233	.	.	.	0·933	0·333	.	.	.	.
" " " " 2 " "	"	16·7	18·5	2·060	1·000	0·166	0·233	.	.	.	0·933	0·333	.	.	.	.
" " " " 2½ " "	"	20·6	22·7	2·573	1·250	0·166	0·233	.	.	.	0·933	0·333	.	.	.	.
" " " " 3 " "	"	24·5	26·9	3·093	1·500	0·166	0·233	.	.	.	0·933	0·333	.	.	.	.
" " stehendem Rost, auf 2 pilotirten Grundbäumen, 1 m hoch	"	10·0	12·2	1·033	0·500	0·166	0·333	.	.	.	1·000	0·466	1·000	.	.	.
detto 1½ m hoch	"	14·6	16·2	1·546	0·750	0·166	0·333	.	.	.	1·000	0·466	1·000	.	.	.
detto 2 " "	"	18·5	20·5	2·060	1·000	0·166	0·333	.	.	.	1·000	0·466	1·000	.	.	.
detto 2½ " "	"	22·1	24·5	2·573	1·250	0·166	0·333	.	.	.	1·000	0·466	1·000	.	.	.
detto 3 " "	"	26·0	28·8	3·093	1·500	0·166	0·334	.	.	.	1·000	0·466	1·000	.	.	.

* Das angesetzte Arbeitserforderniß gilt für die Voraussetzung, daß das Gewinnen von 1 m³ Quaderstein einen Aufwand von 5 Tagschichten erheischt; vermindert sich dieses Erforderniß auf 4, eventuell 3 Tagschichten — bei weicherem Gestein — dann ist das Gesammterforderniß im ersten Falle bei der Objecthöhe von 1 m um 1·03, bei 1½ m um 1·55, bei 2 m um 2·06, bei 2½ m um 2·57 und bei 3 m um 3·09 Tagschichten per Currentmeter herabzusetzen, im letzteren Falle um das doppelte zu vermindern, d. h. wenn der m³ Quaderstein um 3 Tagschichten herzustellen ist.

Tabelle XLIV.

Arbeitsaufwand für das Abschneiden und Einrammen von Grundpfählen.

Art der Arbeitsleistung	Bei einer Pilotenstärke in Centimeter									
	45	40	35	30	25	20	17	15	13	10
	Tagschichtenaufwand									
1 Pilote abschneiden:										
a) über dem Wasserspiegel	0·135	0·120	0·105	0·090	0·075	0·060	0·051	0·045	0·039	0·030
b) bis 0·5 m unter dem Wasserspiegel	0·285	0·270	0·255	0·240	0·225	0·210	0·201	0·195	0·189	0·180
c) von 0·5 bis 1·0 m unter dem Wasserspiegel	0·435	0·420	0·405	0·390	0·375	0·360	0·351	0·345	0·339	0·330
1 Pilote im Boden einrammen:										
a) bei 3—7 m Pilotenlänge und bis 2 m Einschlagstiefe										
in leichtem Boden, per Meter	0·360	0·320	0·280	0·240	0·200	0·160	0·136	0·120	0·104	0·080
„ mittlerem „ „ „	0·450	0·400	0·350	0·300	0·250	0·200	0·170	0·150	0·130	0·100
„ festem „ „ „	0·810	0·720	0·630	0·540	0·450	0·360	0·306	0·270	0·234	0·180
b) desgleichen bei einer Einschlagstiefe über 2 m										
in leichtem Boden	0·720	0·640	0·560	0·480	0·400	0·320	0·272	0·240	0·208	0·160
„ mittlerem „	1·080	0·960	0·840	0·720	0·600	0·480	0·408	0·360	0·312	0·240
„ festem „	1·440	1·280	1·120	0·960	0·800	0·640	0·544	0·480	0·416	0·320
c) bei 8—10 m Pilotenlänge und bis 2 m Einschlagstiefe										
in leichtem Boden per Meter	0·360	0·320	0·280	0·240	0·200	0·160	0·136	0·120	0·104	0·080
„ mittlerem „ „ „	0·495	0·440	0·385	0·330	0·275	0·220	0·187	0·165	0·143	0·110
„ festem „ „ „	0·672	0·600	0·525	0·450	0·375	0·300	0·255	0·225	0·195	0·150
d) desgleichen bei einer Einschlagstiefe über 2 m										
in leichtem Boden	0·810	0·720	0·630	0·540	0·450	0·360	0·306	0·270	0·234	0·180
„ mittlerem „	1·215	1·080	0·945	0·810	0·675	0·540	0·459	0·405	0·351	0·270
„ festem „	1·620	1·440	1·260	1·080	0·900	0·720	0·612	0·540	0·468	0·360

Tabelle XLV.

Arbeitsaufwand bei dem Abtriften von unterschiedlichem Brennholze.

Triftstrecke in Kilometern	Arbeitsaufwand per rm³ in Tagwerken							
	auf regulirten				auf wasserarmen und steinigen Triftstraßen mit			
	wasserreichen Triftstraßen mit Klauswasser		minder wasserreichen Triftstraßen mit Klauswasser		Klauswasser		Wildwasser	
	sehr günstige	sehr ungünstige	sehr günstige	sehr ungünstige	sehr günstige	sehr ungünstige	sehr günstige	sehr ungünstige
	Triftverhältnisse							
1·0	0·090	0·140	0·200	0·350	0·600	0·930	1·000	3·000
1·5	0·125	0·210	0·340	0·550	0·950	1·470	1·600	4·150
2·0	0·170	0·280	0·480	0·750	1·300	2·010	2·200	1·300
2·5	0·217	0·375	0·590	0·925	1·675	2·575	2·850	6·475
3·0	0·265	0·430	0·700	1·200	2·050	3·140	3·500	7·650
3·5	0·312	0·505	0·810	1·425	2·425	3·705	4·150	8·825
4·0	0·360	0·580	0·920	1·650	2·800	4·270	4·800	10·000
4·5	0·403	0·660	1·050	1·900	3·075	4·895	5·500	11·225
5·0	0·447	0·740	1·180	2·150	3·350	5·525	6·200	12·450
5·5	0·491	0·820	1·310	2·400	3·625	6·152	6·900	13·675
6·0	0·535	0·900	1·440	2·650	3·900	6·780	7·600	14·900
7·0	0·622	1·060	1·700	3·150	4·450	8·035	9·000	17·350
8·0	0·710	1·220	1·960	3·650	5·000	9·290	10·400	19·800
9·0	.	.	2·3	4·8	5·8	10·3	11·3	21·3
10·0	.	.	3·0	5·5	6·5	11·0	12·0	22·0
12·0	.	.	4·0	6·5	8·0	12·5	14·0	24·0
16·0	.	.	5·0	7·5	10·0	14·5	18·0	28·0

Tabelle XLVI.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand bei dem Gewinnen der unterschiedlichen Hölzer.

A. Brennholz.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand für das Fällen, Ausästen, Ablängen, Zusammenbringen bis auf 50 m Entfernung und Zainung von 1 rm³ Brennholz bei Erzeugung aus starkem, langschäftigem und astreinem Holze, während bei mittelstarkem, etwas astigem Holze der Arbeitsaufwand um 10%, bei schwachem, kurzschäftigem oder grobem und astigem Holze um 30% zu erhöhen ist.

a) Im Hochgebirge.

Bezeichnung des Sortimentes	Länge des Brennholzes in Metern	Kahlhieb			Plänter- und Lichtungshieb			Durchforstungen, Wind- und Schneebruchaufbereitung im 40- bis 80jährigen Holze			In diesem Gesammterfordernisse ist inbegriffen der Aufwand für das			
		guter	mittelerer	schlechter	guter	mittelerer	schlechter	guter	mittelerer	schlechter	Gewinnen		Zainen	
		Hackstand									von	bis	von	bis
		Tagwerke für 1 rm³												
Scheit- und Prügelholz:														
hartes Scheitholz	0·8—1·0	0·37	0·46	0·55	0·49	0·56	0·63	0·57	0·64	0·72	0·29	0·49	0·04	0·05
„ Prügelholz	0·8—1·0	0·33	0·42	0·51	0·45	0·52	0·59	0·53	0·60	0·68	.	.	.	.
weiches Scheitholz	0·8—1·0	0·31	0·39	0·47	0·41	0·47	0·54	0·46	0·54	0·62	0·25	0·43	0·03	0·04
„ Prügelholz	0·8—1·0	0·27	0·35	0·43	0·37	0·43	0·50	0·43	0·50	0·58	.	.	.	.
Rundholz (Drehlinge):														
hart	1·0	0·30	0·39	0·48	0·42	0·49	0·56	0·50	0·57	0·65	0·22	0·42	0·04	0·05
weich	1·0	0·24	0·32	0·40	0·34	0·40	0·47	0·40	0·47	0·55	0·18	0·36	0·03	0·04
vorwiegend hart	1·0	0·29	0·38	0·46	0·40	0·47	0·54	0·48	0·55	0·63	0·21	0·41	0·04	0·05
„ weich	1·0	0·25	0·33	0·42	0·36	0·42	0·49	0·42	0·50	0·57	0·19	0·37	0·03	0·04
hart und weich	1·0	0·27	0·36	0·44	0·38	0·45	0·52	0·45	0·53	0·60	0·20	0·39	0·03	0·05
hart	2·0	0·25	0·30	0·45	0·36	0·44	0·51	0·45	0·53	0·60	0·15	0·30	0·05	0·06
weich	2·0	0·20	0·28	0·35	0·31	0·36	0·41	0·40	0·45	0·50	0·12	0·24	0·04	0·05
vorwiegend hart	2·0	0·24	0·32	0·41	0·35	0·42	0·48	0·44	0·51	0·58	0·14	0·29	0·05	0·06
„ weich	2·0	0·21	0·29	0·37	0·32	0·37	0·43	0·41	0·46	0·52	0·13	0·25	0·04	0·05
hart und weich	2·0	0·23	0·31	0·40	0·34	0·40	0·46	0·43	0·49	0·55	0·14	0·27	0·04	0·05

b) Im Mittelgebirge und Flachlande.

		Hauptnutzungsschläge			Durchforstungen			Läuterungshiebe							
Hartes Holz ohne Unterschied der Sorte	0·8—1·0	0·36		0·35	0·32		0·40	0·42		0·45	.				
Weiches Holz ohne Unterschied der Sorte	0·8—1·0	0·25		0·32	0·30		0·37								
Stockholz, Roden und Aufsetzen	0·5—0·7	0·75		0·87	.		.				.		.		.

B. Klotzholz.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand für das Fällen, Ausästen, Entrinden, Ausschneiden, dann das Zusammenbringen (auf circa 50 m Entfernung) und theilweise Lagern von Klotzholz (Blochholz) aus starkem langschäftigem und ziemlich astreinem Holze, während bei mittelstarkem, etwas astigem Holze der Arbeitsaufwand um 10%, in schwachem kurzschäftigem oder grobem und astigem Holze um 30% zu erhöhen ist.

Bezeichnung des Sortimentes	Länge in Metern	Mittlerer Durchmesser in Centimetern	Kahlhieb			Plänter- und Lichthieb			Aus vereinzelten Windbrüchen		
			guter	mittlerer	schlechter	guter	mittlerer	schlechter	guter	mittlerer	schlechter
			Hackstand per Stück in Tagwerken								
Klotzholz hart	6	über 32	0·25	0·30	0·35	0·30	0·35	0·40	.	.	.
„ „	3— 5	„ 32	0·16	0·20	0·24	0·25	0·27	0·29	.	.	.
„ weich	3— 6	„ 32	0·18	0·23	0·28	0·23	0·27	0·31	0·26	0·30	0·34
„ „	3— 6	26—32	0·16	0·19	0·22	0·18	0·21	0·25	0·20	0·23	0·27
„ „	3— 6	15—25	0·08	0·10	0·12	0·10	0·12	0·14	0·12	0·14	0·16
„ „	7— 8	über 32	0·23	0·28	0·33	0·29	0·33	0·38	0·31	0·35	0·39
„ „	7— 8	unter 32	0·18	0·23	0·28	0·23	0·26	0·30	0·25	0·28	0·31
„ „	9—12	über 32	0·28	0·33	0·38	0·34	0·37	0·41	0·36	0·39	0·42
„ „	9—12	unter 32	0·20	0·25	0·30	0·26	0·29	0·32	0·28	0·30	0·33

Klotzholzgewinnung in Schlägen des Kahl- oder Femelschlagbetriebes, ohne ein Zusammenbringen und Lagern der Klötze, beziehungsweise Aufwand für das Fällen, Ausschneiden und Entrinden, bei einer Länge von 4—8 m im Tagwerk per Stück

		4—5 m	5—6 m	6—7·5 m	8 m
		lang			
Klotzholz hart	über 32	0·125 bis 0·187	0·187	0·225	0·262
„ „	unter 32	0·050 „ 0·125	0·137	0·162	0·200
„ weich	über 32	0·100 „ 0·125	0·150	0·175	0·200
„ „	21—31	0·062 „ 0·075	0·087	0·100	0·112
„ „	unter 21	0·037	0·037	0·050	0·050

Nach Stärkeclassen.

	Mittlere Stärke in Centimeter von	bis	Länge in Meter	Tagwerk von	bis
Klotzholz hart	.	20	3—6	0·05	0·07
„ „	21	30	3—6	0·08	0·10
„ „	31	40	3—6	0·11	0·12
„ „	41	50	3—6	0·16	0·19
„ „	.	über 50	3—6	0·20	0·38
„ weich	.	20	3—6	0·040	0·061
„ „	21	25	3—6	0·062	0·067
„ „	26	30	3—6	0·070	0·079
„ „	31	45	3—6	0·080	0·110
„ „	46	50	3—6	0·130	0·150
„ „	.	über 50	3—6	0·163	0·200

Das Lagern der Blochhölzer in Rollen von mindestens 10 Stück erfordert einen Arbeitsaufwand per Stück bei Klötzen über 32 cm mittlere Stärke 0·025 Tagschicht, unter 32 cm mittlere Stärke 0·012 Tagschicht.

C. Lang- oder Bauholz.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand für das Fällen, Ausästen, Entrinden und Entgipfeln unterschiedlicher Bau- und Kleinnutzhölzer aus starkem, langschäftigem und ziemlich astreinem Holze, einschließlich eines theilweisen Zustreifens zu den Abfuhrwegen auf eine verglichene Entfernung von circa 50 m.

Bezeichnung des Sortimentes	Länge in Metern	Kubikinhalt in fm³	Aus Kahlhieben			Aus Plänter- oder Dunkelhieben			In diesem Gesammterfordernisse ist inbegriffen der Aufwand für das			
			guter	mittlerer	schlechter	guter	mittlerer	schlechter	Erzeugen		Lagern	
			Hackstand						von	bis	von	bis
			Tagschichten per Stamm									
Stamm weich	23	3·5 u. drbr.	0·840	0·920	1·000	0·900	1·070	1·240	0·180	0·33	0·280	0·30
„ „	21	2·10—3·49	0·600	0·675	0·750	0·650	0·725	0·800	0·100	0·22	0·280	0·30
„ „	17	1·10—2·09	0·410	0·485	0·560	0·460	0·535	0·610	0·080	0·18	0·200	0·25
„ „	15	0·75—1·09	0·310	0·360	0·410	0·360	0·410	0·460	0·050	0·14	0·150	0·18
„ „	13	0·50—0·74	0·220	0·260	0·300	0·270	0·310	0·350	0·040	0·10	0·120	0·14
„ „	13	0·30—0·49	0·120	0·160	0·200	0·160	0·200	0·240	0·030	0·08	0·060	0·10
Große Stangen	12	0·14—0·29	0·070	0·090	0·110	0·100	0·125	0·150	0·018	0·06	0·035	0·06
Mittlere „	9	unter 0·14	0·050	0·065	0·080	0·070	0·085	0·100	.	.	.	.
Kleine „ I. Sorte	.	.	.	.	.	0·050	0·065	0·800	.	.	.	.
„ „ II. „	.	.	.	.	.	0·020	0·040	0·060	.	.	.	.
„ „ III. „	.	.	.	.	.	0·005	0·027	0·040	.	.	.	.

Durchschnittlicher Arbeitsaufwand bei dem Fällen, Ausästen und Entrinden von Bauhölzern per Stamm nach Stärkeclassen, ohne Rücksicht auf Schlagform:

Von und über	50	cm	Durchmesser	in	Brusthöhe	. . . . .	0·350—0·500	Tagwerke
„	45 bis 50	„	„	„	„	. . . . .	0·312—0·450	„
„	41 „ 44	„	„	„	„	. . . . .	0·250—0·325	„
„	36 „ 40	„	„	„	„	. . . . .	0·187—0·250	„
„	31 „ 35	„	„	„	„	. . . . .	0·175—0·125	„
„	26 „ 30	„	„	„	„	. . . . .	0·075—0·125	„
„	21 „ 25	„	„	„	„	. . . . .	0·075	„
„	11 „ 20	„	„	„	„	. . . . .	0·025—0·050	„
„	10	„	„	„	„	. . . . .	0·012—0·030	„

6—10 cm starke harte Stangen per 100 Stück	2·4	Tagwerke
6—10 „ „ weiche „ „ 100 „	2·0	„
3— 5 „ „ harte Zaunstecken „ 100 „	0·5	„
2— 3 „ „ weiche „ „ 100 „	0·3	„

Arbeitsaufwand für das in Raummaß gestellte Nutzholz, einschließlich eines Uebermaßes von 8—10 cm, sammt Sortieren und Aufschlichten.

1 rm³ harte Nutzscheiter (Spän-, Wagen- und Binderholz)	0·625	Tagwerke
1 „ „ Nußknüppel (Stiften, Spulen 2c.)	0·667	„
1 „ weiche Nutzholzscheiter (Schindel- und Zündfadenholz)	0·5—0·8	„
1 „ „ Nutzknüppel (Schleifholz, Baumpfähle 2c.)	0·6	„

Entrindungsaufwand.

Das Entrinden oder Abschuppen der Bau- oder Nutzholzstämme.

Für einen schwachen Stamm bis 30 cm Stärke in Brusthöhe	0·066—0·100	Tagwerke
„ „ starken „ über 30 „ „ „ „	0·111—0·166	„
Klotzholz, 3—6 m lang.		
Für einen schwachen Klotz bis 30 cm Mittelstärke	0·016—0·033	„
„ „ starken „ über 30 „ „	0·043—0·070	„
Brennholz, per 1 rm³	0·25	„
Für das Schälen, Trocknen und Zusammentragen der Fichten-Lohrinde per fm³ des entrindeten Holzes	0·14 —0·18	„

Im Verlage von **Moritz Perles** in **Wien** sind erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

Splitter.

Schlichte Gedanken von Raoul R. von Dombrowski.

Eleg. geb. in Schweinsleder-Imitation mit Metallschließen 3 fl. 60 kr. = 6 M.
Eleg. geb. in Kalbleder mit Metallschließen 5 fl. = 10 M.

Der als Jagdschriftsteller einen unbestritten ersten Rang einnehmende Autor hat aus seinen reichen Erlebnissen in allen Kreisen der Gesellschaft bis in die höchsten Regionen derselben eine Sammlung von Sprüchen und Sentenzen in obigem Werke zusammengestellt, die auf der reichsten Lebenserfahrung beruhen, und erregte das Werk bei seinem Erscheinen Aufsehen.

Der hochfeine Einband, der sich stylvoll der jetzt herrschenden Geschmacksrichtung anschließt, macht das Buch auch äußerlich zu einer Zierde jedes „altdeutschen" Zimmers.

Oesterr. Vierteljahresschrift für Forstwesen.

(Früher Monatsschrift.)

Herausgegeben vom Oesterr. Reichs-Forstvereine.

Redigirt von

Adolf Ritter von Guttenberg,

k. k. Forstrath und Professor an der Hochschule für Bodencultur.

Neue Folge. — II. Band. — Der ganzen Folge XXXIV. Band.

Die forstlichen Verhältnisse des Karstes

mit besonderer Berücksichtigung des österr. Küstenlandes

von

Hermann Ritter von Guttenberg,

k. k. Forstrath in Triest.

Preis 50 kr. = 1 M.

Großer Handatlas der Naturgeschichte

aller drei Reiche.

In 120 Foliotafeln, nach einer neuen patentirten Methode in Farben ausgeführt.

Herausgegeben

unter Mitwirkung hervorragender Künstler und Fachgelehrter von

Dr. Gustav v. Hayek,

k. k. Professor der Naturgeschichte in Wien.

e Verlagshandlung bietet hiemit, ausgehend von der Ueberzeugung, daß zur Darstellung tigen Anschauung von Thieren, Pflanzen und Mineralien die Wiedergabe in Farben dezu unerläßlich ist, einen von ersten Künstlern in naturgetreuem Colorit und einheitlichem ne durchgeführten Atlas der Naturgeschichte der **drei Reiche**, wie er in solcher Weise und näßigem Preise bisher dem Publikum niemals geboten wurde.

Text und Bilder

en auf dem neuesten Standpunkte der Wissenschaft und gewähren diesbezüglich die Namen mitwirkenden volle Garantie.

Vollständig 18 fl. Eleg. geb. 21 fl.

3 2044 102 885 217